INSEKTENATLAS

Daten und Fakten über Nütz- und Schädlinge in der Landwirtschaft

2020

2. Auflage



HEINRICH BÖLL STIFTUNG

BUND
FRIENDS OF THE EARTH GERMANY

Deutsche Ausgabe
LE MONDE *diplomatique*

IMPRESSUM

Der **Insektenatlas 2020** ist ein Kooperationsprojekt von
Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
und Le Monde Diplomatique.

Inhaltliche Leitung:
Christine Chemnitz, Heinrich-Böll-Stiftung (Projektleitung)
Christian Rehmer, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.
Katrin Wenz, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.

Projektmanagement, Grafikrecherche: Dietmar Bartz
Art-Direktion und Herstellung: Ellen Stockmar



Insekten-Illustrationen: Lena Ziyal (Infotext GbR)
Bildbearbeitung: Roland Koletzki

Textchefin: Elisabeth Schmidt-Landenberger
Dokumentation und Schlussredaktion: Andreas Kaizik, Sandra Thiele (Infotext GbR)

Mit Originalbeiträgen von Silvia Bender, Christine Chemnitz, Alexandra-Maria Klein,
Christian Rehmer, Hanni Rützler, Maureen Santos, Christoph Scherber,
Mute Schimpf, Peter Schweiger, Anke Sparmann, Valerie Stull, Teja Tscharntke,
Henrike von der Decken, Daniela Wannemacher, Katrin Wenz, Heiko Werning

Wir danken Roel van Klink für seine hilfreichen Auskünfte.

Die Beiträge geben nicht notwendig die Ansicht aller beteiligten Partnerorganisationen wieder. Die Flächenfarben der Landkarten zeigen die Erhebungsgebiete der Statistik an und treffen keine Aussage über eine politische Zugehörigkeit.

V. i. S. d. P.: Annette Maennel, Heinrich-Böll-Stiftung

2. Auflage, Februar 2020

ISBN 978-3-86928-215-2

Produktionsplanung: Elke Paul, Heinrich-Böll-Stiftung

Druck: Druckhaus Kaufmann, Lahr
Klimaneutral gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.





BESTELL- UND DOWNLOAD-ADRESSEN

Heinrich-Böll-Stiftung, Schumannstraße 8, 10117 Berlin, www.boell.de/insektenatlas
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V., Kaiserin-Augusta-Allee 5, 10553 Berlin, www.bund.net/insektenatlas



INSEKTENATLAS

Daten und Fakten über Nütz- und Schädlinge in der Landwirtschaft

2. AUFLAGE
2020

INHALT

VORWORT

Würden wir sie zählen, so kämen auf jeden Menschen dieser Erde rund 1,4 Milliarden Insekten aus geschätzten 5,5 Millionen unterschiedlichen Arten. Es gibt eine schier unvorstellbare Menge und Vielfalt an sechsbeinigen Tieren, mit denen wir uns die Welt teilen. Manche Exemplare sind für Menschen wunderschön, andere fast gruselig mit ihren großen Beißwerkzeugen. Insekten fliegen, krabbeln, buddeln, beißen. Sie sind Künstler des Versteckens, und sie sind in fast jedem Ökosystem dieser Welt zu Hause.

Trotzdem sind sie massiv bedroht. Es mag an dieser unerschöpflich scheinenden Masse liegen, dass das Ausmaß der Gefahr viel zu lange kaum Beachtung fand. Oder daran, dass eine langfristige Forschung darüber, wie sich ihre Bestände entwickeln, kaum vorhanden ist. Gerade auf der südlichen Welthalbkugel sind Langzeitstudien Mangelware. Vielleicht liegt es aber auch daran, dass viele Menschen – zumindest in westlichen Industrieländern – mit Insekten wenig Positives verbinden. Übertragen sie nicht Krankheiten und zerstören Ernten? Schon die Bibel beschreibt Insekten als Plagen und nicht als diejenigen, die die ökologischen Systeme dieses Planeten am Laufen halten.

Dabei ist ein sehr großer Teil der Pflanzenwelt auf die fleißige Bestäubung der Insekten angewiesen. Bienen besuchen etwa zehn Millionen Pflanzen, um Nektar für etwa ein halbes Kilo Honig zu sammeln. So tragen sie die Pollen von Blüte zu Blüte. Außerdem räumen Insekten unsere Welt auf. Sie zersetzen Dung und abgestorbene Pflanzen oder Tiere. Auf diese Weise verbessern sie die Qualität unserer Böden.

„Ein sehr großer Teil der Pflanzenwelt ist auf die fleißige Bestäubung der Insekten angewiesen.

Umso deutlicher hat die Öffentlichkeit auf die alarmierenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Insektensterben aus dem Jahr 2017 reagiert. Weil ihnen die Politik nicht schnell genug handelt, schließen sich vielerorts Bürgerinnen und Bürger, Umweltverbände, Landwirtinnen und Landwirte sowie Parteien zusammen und starten Initiativen zum Schutz der Insekten, so in Brandenburg und Baden-Württemberg. In Bayern haben 1,75 Millionen Menschen das Referendum für mehr Naturschutz unterstützt. Auch eine Europäische Bürgerinitiative mit der Forderung „Save Bees and Farmers“ im Namen wurde auf den Weg gebracht.

Die industrielle Landwirtschaft mit ihren immer größeren Feldern, Pestiziden und monotonen Landschaftsstrukturen stellt eine der größten Bedrohungen für Insekten dar. Deshalb führt kein Weg daran vorbei – beim Schutz der Insekten muss die Landwirtschaft Teil der Lösung werden. Nicht nur, weil die Gesellschaft es so will, auch um der Landwirtschaft selbst willen. Denn sie braucht die Insekten. Dennoch reihten sich Ende November 2019 in Berlin Trecker an Trecker, als tausende Bäuerinnen und Bauern ihrem Unmut über strengere Gesetze zum Schutz der Umwelt Luft verschafften. Der Ärger ist Resultat einer über Jahrzehnte verfehlten Agrarpolitik.

Schon beim Erdgipfel 1992 in Rio de Janeiro hat sich Deutschland dem Schutz der Biodiversität verpflichtet. Seitdem hätte die Politik in die richtige Richtung weisen können. Aber es ist nichts passiert. Dabei hätten die Bäuerinnen und Bauern eine gute Politik verdient: eine, die die richtigen Anreize für die Zukunft setzt. Eine insektenfreundliche Landwirtschaft muss gefördert werden. Unterstützen heißt in diesem Fall, sie konkret finanziell zu fördern.

Insektenschutz zahlen wir nicht an der Ladenkasse. Die Bäuerinnen und Bauern bekommen ihn nicht entlohnt. Genau das muss aber passieren – am besten, indem die EU die fast 60 Milliarden Euro jährlich, mit denen sie die europäische Landwirtschaft unterstützt, zielgerichtet für eine insekten- und klimafreundliche Landwirtschaft einsetzt. Nur wenn dieses Geld für Vorhaben ausgegeben wird, die uns als Gesellschaft wichtig sind, können wir solche Summen langfristig gesellschaftlich rechtfertigen.

Ein Blick auf die Felder vor unserer Haustür reicht dabei nicht. Die importierten Futtermittel für die vielen Millionen Nutztiere, die den weltweiten Hunger auf billiges Fleisch befriedigen, wachsen vor allem in Südamerika. Dort, in den artenreichsten Regionen der Welt, werden Millionen Hektar Wald gerodet und für die Soja- und Fleischproduktion nutzbar gemacht. Nun verhandelt die EU ein Freihandelsabkommen mit den „Mercosur“-Staaten Lateinamerikas, damit noch mehr günstige Agrarprodukte ohne Handelsbeschränkungen zu uns kommen können – sehr zum Leidwesen der hiesigen Bäuerinnen und Bauern sowie der Insekten.

> **„Beim Schutz der Insekten muss die Landwirtschaft Teil der Lösung werden, denn sie braucht die Insekten.**

Daher muss die Politik auch international tätig werden. Während der 15. Weltnaturschutzkonferenz 2020 in China wird Deutschland den Vorsitz im Rat der Europäischen Union innehaben. Die Bundesrepublik könnte also eine wichtige Rolle spielen und den Schutz der Insekten ganz oben auf die Agenda setzen.

Mit den Daten und Fakten in diesem Atlas möchten wir zur lebendigen Debatte rund um Landwirtschaft und Insekten beitragen. Zugleich wollen wir darstellen, wie vielfältig, bunt und schützenswert die Welt der Insekten ist. Unser Anliegen ist zu zeigen, dass Landwirtschaft und Insektenschutz eine ambitionierte Politik brauchen – nicht nur in Deutschland und Europa, sondern weltweit. Die Herausforderungen sind groß, und damit sie bewältigt werden können, müssen wir nach gemeinsamen Lösungen suchen.

Barbara Unmüßig
Heinrich-Böll-Stiftung

Olaf Bandt
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland

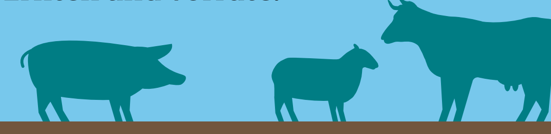
Barbara Bauer
Le Monde diplomatique, deutsche Ausgabe

12 KURZE LEKTIONEN

ÜBER INSEKTEN, LANDWIRTSCHAFT UND DIE WELT

1 Gut 70 Prozent aller Tierarten weltweit sind Insekten. Sie sind die **ARTENREICHSTE GRUPPE** aller Lebewesen und in allen Ökosystemen dieser Welt zu Hause.

2 Insekten bestäuben drei Viertel der wichtigsten Kulturpflanzen und **STEIGERN** ihren Ertrag, **BEDROHEN** aber auch die Ernten und Vorräte.



3 Landwirtschaft und Ernährung sind untrennbar mit dem Vorkommen von Insekten verbunden. Sie verbessern die **BODENQUALITÄT,** bauen abgestorbene Pflanzen und Tiere ab und **BESTÄUBEN** die Nutzpflanzen weltweit.



4 Intensive Landwirtschaft, **MONOTONE FELDER** und Pestizide bedrohen Insekten – sowohl ihre Vielfalt als auch ihre Menge nehmen besonders in Agrarlandschaften ab.

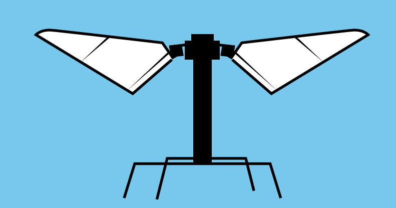
5 Landwirtschaft und Insektenschutz sind nicht leicht zu verbinden. Aber **ES LOHNT SICH.** Die weltweite Bestäubung hat einen Wert von Hunderten Milliarden US-Dollar.

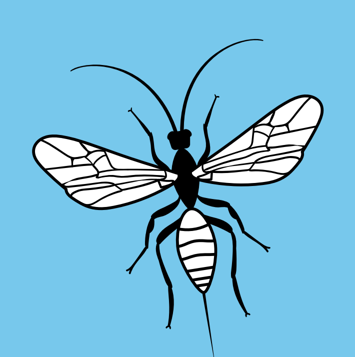
6 Der **ÖKOLOGISCHE LANDBAU** ohne Pestizide und synthetischen Dünger, aber mit mehr Fruchtfolgen bietet Insekten bessere Lebensbedingungen.



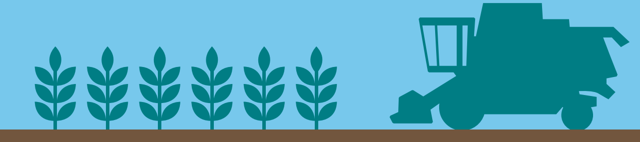


7 Insekten werden in über 130 Ländern gegessen. Ihre **VIELEN NÄHRSTOFFE** wirken gegen Mangelernährung.





8 Weltweit dienen Insekten als **EINKOMMENSQUELLE FÜR ARME BÄUERINNEN.** Wenn sie kein Land besitzen, sammeln sie die Insekten in den Wäldern. Werden die Märkte lukrativer, übernehmen Männer die Vermarktung.



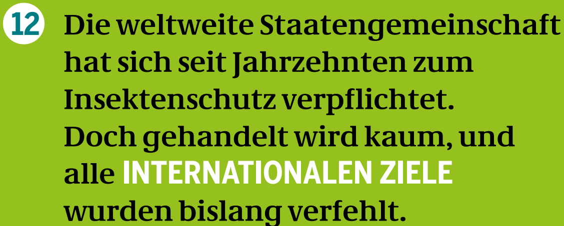
9 **WENIGER FLEISCHKONSUM** schützt Insekten. Das Sojafutter für die intensive Tierhaltung stammt aus südamerikanischen Staaten, die dafür artenreiche Landschaften in Monokulturen verwandeln.

10 Als Tierfutter sind Insekten bisher ein Nischenprodukt. Wenn **HÜHNER** und **SCHWEINE** damit gemästet werden dürfen, wird geklärt werden müssen, ob dies auch ökologisch verträglich geht.



11 Der **KLIMAWANDEL** schädigt die Lebensräume von Insekten besonders dort, wo es heute warm ist. In gemäßigten Klimazonen wird sich das Verhältnis von Nützlingen und Schädlingen ändern und die Ernten bedrohen.

12 Die weltweite Staatengemeinschaft hat sich seit Jahrzehnten zum Insektenschutz verpflichtet. Doch gehandelt wird kaum, und alle **INTERNATIONALEN ZIELE** wurden bislang verfehlt.





SECHS BEINE SOLLT IHR SEIN

Es gibt sie zu Lande, zu Wasser und in der Luft, sie fressen und dienen selbst als Nahrung, sie bestäuben Pflanzen, lockern Böden und beseitigen Laub – Insekten sind aus Ökosystemen nicht wegzudenken.

Die Welt der Insekten ist erstaunlich und vielfältig. Keine andere Tiergruppe hat eine solch enorme Artenvielfalt entwickelt. Sie begegnet uns in den unterschiedlichsten Formen und Größen. Die auch als „Kerbtiere" bezeichneten Lebewesen schillern in vielen verschiedenen Farben und sind mikroskopisch klein bis handflächengroß. Immer haben sie drei Beinpaare. Daher auch ihr wissenschaftlicher Name: Sechsfüßer oder Hexapoden.

Oft werden Insekten mit anderen krabbelnden Tieren verwechselt – zum Beispiel mit Milben, Zecken oder Asseln. Das gilt auch für die Hundert- oder Tausendfüßer, bei denen bereits der Name darauf hinweist, dass es sich nicht um Insekten handelt. Auch Spinnen werden oft dazu gezählt, doch sie haben eben acht Beine. Mit ihren zehn Füßen gehören auch die Krebse nicht zu den Hexapoden.

Insekten haben noch mehr gemeinsame Merkmale. Ihr Körper besteht aus drei Abschnitten: einem Kopf (Caput) mit den Mundwerkzeugen und tausenden Einzelaugen (Facettenaugen), einer Brust (Thorax) mit den drei Beinpaaren und – im Falle von Fluginsekten – auch Flügeln sowie einem Hinterleib (Abdomen) mit den Fortpflanzungs- und Verdauungsorganen. Insekten besitzen kein Skelett. Ihr Körper wird von einer dünnen, hornigen Chitin-Schicht umschlossen, die die kleinen Tiere gegen Nässe schützt und gleichzeitig für einen stabilen und biegsamen Körper sorgt. Insekten haben keine Lunge, sondern atmen über ein Röhrensystem (Tracheen), das sich durch den ganzen Körper zieht.

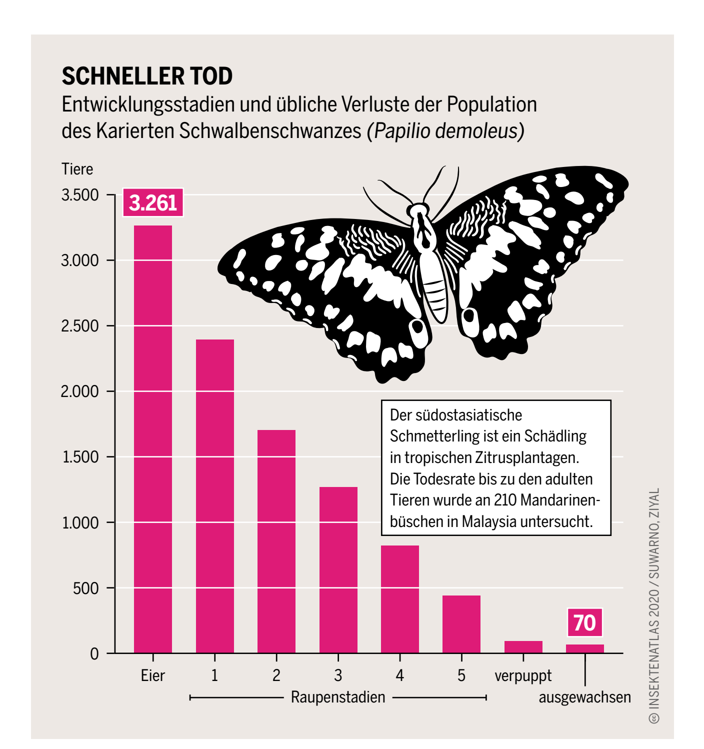
Mit haarähnlichen Sinnesorganen, die über den Körper verteilt sind, können Insekten Gerüche, Schwingungen, Temperaturen und Feuchtigkeit wahrnehmen. Mit ihren Fühlern riechen, schmecken und tasten sie. Sie besitzen ein einfaches Nervensystem, und ihre inneren Organe sind von Blut umspült. Die Mundwerkzeuge sind je nach Art und Nahrung sehr vielfältig. Wanzen oder Käfer haben scharfe Instrumente, um andere Tiere oder Schalen von Pflanzen zu stechen und sie so auszusaugen. Schmetterlinge hingegen verfügen über lange, ausrollbare Rüssel, um damit flüssige Nahrung aus Früchten oder Wasser aus Pfützen aufzunehmen.

Weltweit hat die Wissenschaft etwa 1,8 Millionen Arten von Tieren, Pflanzen und Pilzen beschrieben – über die Hälfte davon sind Insekten. Sie stellen gut 70 Prozent der Tierarten weltweit und sind damit die artenreichste Gruppe aller Lebewesen. Die meisten Insekten sind noch nicht entdeckt. Schätzungen gehen davon aus, dass es neben der Million bisher entdeckten bis zu 4,5 Millionen weitere Arten gibt – angeführt von allein 1,5 Millionen Käfern. In Deutschland gibt es mehr als 33.300 Insektenarten. Drei Viertel aller hiesigen Tierarten zählen zu ihnen – beispielsweise Bienen, Käfer, Schmetterlinge, Libellen, Heuschrecken, Ameisen und Fliegen.

Lebensweise und Ansprüche einzelner Arten an Lebensräume, Klima oder Nahrung sind vielfältig. Neben den sogenannten Generalisten, die bei ihrer Ernährung flexibel sind, gibt es bei den Insekten auch Spezialisten, die auf eine ganz bestimmte Pflanzen- oder Tierart oder einen bestimmten Lebensraum angewiesen sind. Die Glänzende Natternkopf-Mauerbiene *(Osmia adunca)* sammelt beispielsweise ausschließlich Pollen an Pflanzen der Gattung Natternkopf *(Echium)*. Andere Arten sind eng an bestimmte Baumarten angepasst oder auf Totholz angewiesen. Insekten sind von der Meeresküste bis ins Hochgebirge zu finden. Einzig im offenen Meer sucht man sie vergeblich.

Insekten durchlaufen verschiedene Entwicklungsstufen, die zum Teil völlig unterschiedliche Ansprüche an ihre Lebensräume haben – sowohl, was deren Struktur, Ausstattung und Vernetzung betrifft als auch deren Nahrungsquellen. Zur Fortpflanzung legen die meisten von ihnen Eier ab, die sich über mehrere Larvenstadien mit oder ohne Verpuppung weiterentwickeln. Ohne Puppe entstehen Libellen, Heuschrecken oder Wanzen, mit ihr entwickeln sich Hummeln, Schmetterlinge oder Käfer.

Insekten spielen in den Ökosystemen verschiedene Rollen. Das gilt auch für die vom Menschen geprägte Kulturlandschaft: Viele Arten erbringen wichtige Leistungen für



Am Ende überleben ein bis vier Prozent – Regen, Spinnen, Fangschrecken und Vögel dezimieren die Eier, Larven und Puppen des Karierten Schwalbenschwanzes

WELT VOLLER INSEKTEN

Geschätzte Zahl von Spezies nach biogeografischen Regionen und Verteilung der benannten Insekten auf wichtigen Ordnungen

Nearktis 120.000
Paläarktis 520.000
Neotropis 2.230.000
Afrotropis 980.000
Orientalis 730.000
Australis 720.000
Ozeanis 190.000

Bekannte Insekten nach Ordnungen

1.024.000

Ordnung	Zahl
Käfer *(Coleoptera)*	387.000
Schmetterlinge *(Lepidoptera)*	157.000
Zweiflügler, u. a. Mücken und Fliegen *(Diptera)*	155.000
Hautflügler, u. a. Bienen und Ameisen *(Hymenoptera)*	117.000
Schnabelkerfe, u. a. Wanzen und Läuse *(Hemiptera)*	104.000
Heuschrecken *(Orthoptera)*	24.000
andere	80.000

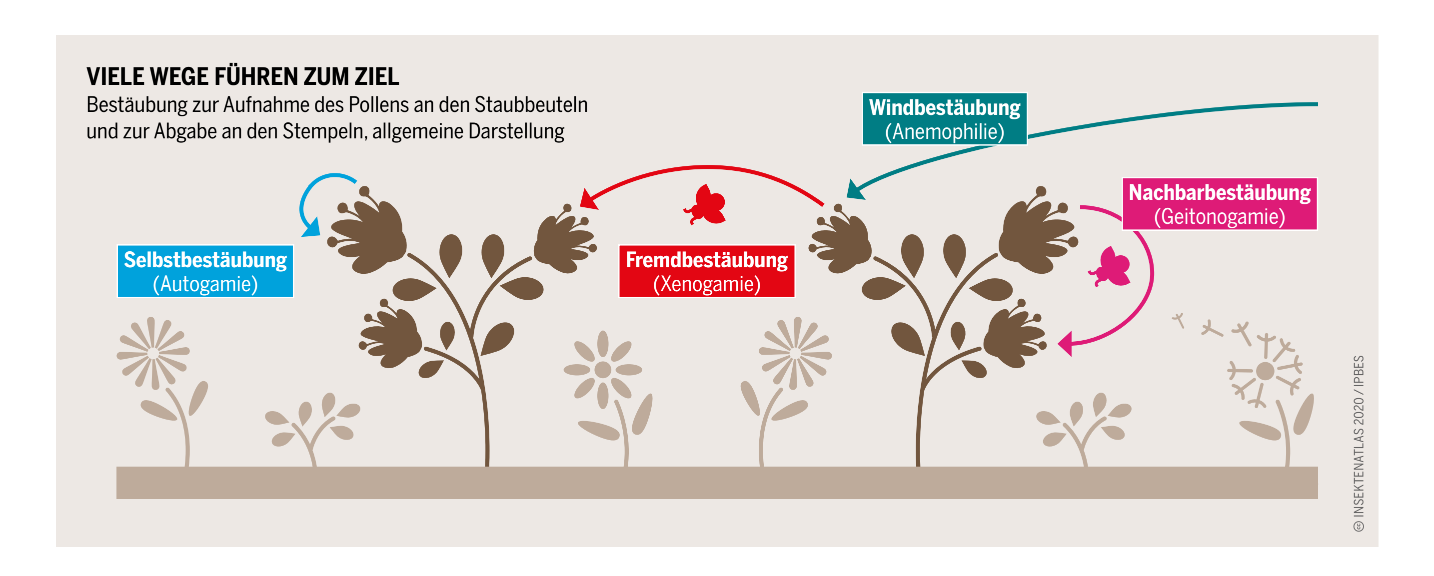
Von vermutlich über fünf Millionen Insektenarten ist erst eine Million beschrieben. Vielen Spezies droht das Aussterben als Unbenannte und Unbekannte

die Landwirtschaft. Eine Hummel kann beispielsweise bis zu 3.800 Blüten pro Tag bestäuben. Insekten bekämpfen auch Schädlinge, fast 90 Arten werden im biologischen Pflanzenschutz eingesetzt. Darüber hinaus sind Insekten Nahrungsgrundlage für andere Tiere, bauen organische Masse ab, reinigen Gewässer und erhalten die Bodenfruchtbarkeit.

Insekten ernähren sich sowohl von tierischer als auch von pflanzlicher Kost. Fast alle Schmetterlingsraupen sind Pflanzenfresser und daher im Ackerbau als Schädling unbeliebt. Räuberische Exemplare wie Käfer oder Netzflügler, die andere Insekten verzehren, können als Nützlinge auf dem Acker hilfreich sein.

Einige Kerbtiere wie Ameisen, Termiten oder Heuschrecken bilden riesige Gemeinschaften. Der Staat in einem Ameisennest in Jamaika kann bis zu 630.000 Tiere umfassen. In einem südamerikanischen Termitennest wurden über drei Millionen Individuen gefunden, und Heuschreckenschwärme können aus bis zu einer Milliarde Tieren bestehen. ●

Zu den Blütenbesuchern gehören auch Fledermäuse, Vögel und Reptilien – aber unter den Tieren übernehmen Insekten die hauptsächliche Bestäubungsarbeit



MIT VIELFALT ZUR ERNTE

Durch ihre Bestäubungsleistung und die Verbesserung der Böden sind Insekten für die Landwirtschaft unabdingbar, aber durch sie auch stark gefährdet. Mehr Schutz der Artenvielfalt in Agrarlandschaften ist nötig.

Damit Ökosysteme funktionieren können, brauchen sie Insekten. Pflanzenfresser, die an Blättern nagen oder deren Säfte saugen, gehören ebenso dazu wie räuberische Insekten, die Artgenossen vertilgen oder gar – wie die parasitischen Wespen – ihre Nachkommen in einem Wirt entwickeln lassen, um diesen am Ende zu töten. Aas- und Dungfresser fördern die Beseitigung toter Organismen. Streuzersetzer schließen abgestorbene Pflanzen auf, sodass Mikroben sie schneller abbauen können.

Insekten sind untrennbar mit der Landwirtschaft verbunden. Die Bestäuber anderer Gewächse der gleichen Art leisten einen Beitrag zur genetischen Durchmischung und zum Samenansatz bei Wild- und Nutzpflanzen. Drei Viertel der weltweit wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen profitieren in ihrem Ertrag von Bestäubern und garantieren damit rund ein Drittel der Produktion von Nahrungsmitteln. In Deutschland kann die Förderung der Wildbienen – meist sind sie wichtigere Bestäuber als die Honigbienen – den Ertrag an Erdbeeren und Kirschen verdoppeln.

Insekten können auch schädlich sein. Fressen sie nicht Beikräuter, sondern Nutzpflanzen, können weitreichende Schäden entstehen. Weltweit sind Insekten für 17 bis 30 Prozent der Ernteverluste verantwortlich, insbesondere in Ländern, die von Hunger und Armut geprägt sind. Insekten spielen auch eine große Rolle bei Verlusten nach der Ernte, die in Entwicklungsländern rund 40 Prozent betragen können.

So wie Insekten die Landwirtschaft beeinflussen, beeinflusst die Landwirtschaft auch Insektenpopulationen. Neben Klimawandel und Lichtverschmutzung gilt die Ausweitung und Intensivierung der Landwirtschaft als die mit Abstand wichtigste Ursache des weltweiten Artenrückgangs. Agrarlandschaften werden durch die Intensivierung der Landwirtschaft strukturell einfacher. Überdüngung führt zu monotonen Pflanzengesellschaften, die nur wenigen Insektenarten einen Lebensraum bieten. So sind in Deutschland 71 Prozent der Ackerwildkrautarten pro Acker seit 1950 verschwunden.

Außerdem tragen Pestizide direkt und indirekt zum Insektensterben bei. Der häufige Einsatz von Herbiziden – den Giften gegen Beikräuter – führt zu einer Verarmung der Pflanzenwelt und den davon abhängigen Nahrungsnetzen für Insekten. Insektizide töten Insekten meist direkt. Besonders fatal aber sind die zunächst nicht tödlichen Wirkungen: die verringerte Vitalität und Reproduktion, die verminderte Fähigkeit, sich zu orientieren, oder auch die erhöhte Anfälligkeit für Krankheiten.

Seit den 1930er-Jahren hat der chemische Pflanzenschutz in vielen Industrieländern schrittweise zugenommen. In Lateinamerika, Asien und Ozeanien steigt er bis heute. Noch in den 1960er-Jahren hatte die Pflanzenschutzindustrie einen Wert von weniger als zehn Milliarden US-Dollar, und den Landwirtinnen und Landwirten standen rund 100 Wirkstoffe zur Verfügung. Heute hat die Branche einen Wert von über 50 Milliarden Dollar, und die Landwirtschaft kann weltweit zu rund 600 Wirkstoffen greifen.

Die Menge der weltweit verwendeten Stoffe nimmt weiter zu. Damit werden auch die negativen Auswirkungen auf die Insektenwelt immer spürbarer. Sie aber sind nicht allein darauf zurückzuführen, dass immer mehr Stoffe eingesetzt werden. Die Mittel werden auch immer wirksamer und können gezielter eingesetzt werden.

DAS GROSSE FRESSEN

Befall mit dem weltweit verbreiteten Kornkäfer *(Sitophilus granarius)* in einem Maisspeicher in Homa Bay, Westkenia, nach Art der Aufbewahrung sowie mit und ohne Einsatz der Insektizide Actellic Super (Puder) und Phostoxin (Gas), in Prozent der geschädigten Maiskörner

- gewobener Polypropylen-Sack, ohne Insektizide
- gewobener Polypropylen-Sack, mit Actellic
- dichter Super Grain Bag*, ohne Insektizide
- dichtes Metallsilo, ohne Insektizide
- dichtes Metallsilo, mit Actellic
- dichtes Metallsilo, mit Phostoxin

1. Monat | 2. Monat | 3. Monat | 4. Monat | 5. Monat | 6. Monat

* aus patentierter Folie, Luft herausgedrückt, von einem Polypropylen-Sack umgeben

Im Kampf gegen die hohen Nachernteverluste in Getreidelagern sind nicht Insektizide, sondern bissfeste und luftdichte Behältnisse entscheidend

WELTWEITER NUTZEN

Wert der Agrarproduktion, die durch Bestäuber ermöglicht wird, in US-Dollar pro Hektar*

USA
westliches Europa
Ostasien
Ostaustralien und Neuseeland
mittleres Südamerika
zwischen Balkan und Zentralasien

über 1.500
251–1.500
101–250
61–100
26–60
11–25
unter 10

nicht verwertet
keine Daten

* inflations- und kaufkraftbereinigt, auf das Jahr 2000 standardisiert

Die in Geld ausgedrückte Bestäubungsleistung von Tieren – überwiegend Insekten – zeigt, wie lohnend selbst teure Schutzmaßnahmen sein können

Die Art der landwirtschaftlichen Produktion und die Struktur der Agrarlandschaft können schädliche Insekten zurückdrängen und Nützlinge fördern. Schädlinge profitieren von großen Monokulturen und davon, dass die immer gleichen Pflanzen auf dem Acker stehen. Eine Diversifizierung mit vielen Kulturarten, langen Fruchtfolgen und kleinen Feldern hilft, die Vielfalt der Insekten zu erhalten und damit ein für die Landwirtschaft günstigeres Gleichgewicht zwischen Schädlingen und Nützlingen sicherzustellen.

Auch ein Vergleich von acht Regionen in Europa und Nordamerika zeigt, dass eine Verkleinerung der Ackerflächen zu einer stark erhöhten Artenvielfalt führt, weil auf diese Weise viele Insekten-, Vogel- und Pflanzenarten unterschiedliche Ressourcen nutzen können. Gerade die Feldränder sind wichtig, weil sie die Lebensräume der Insekten vernetzen. Wird die durchschnittliche Feldgröße von rund 5 auf 2,8 Hektar verkleinert, hat das den gleichen positiven Effekt auf die Biodiversität, als würde der Anteil naturnaher Lebensräume von 0,5 Prozent auf 11 Prozent vergrößert.

Bedeutend für die Insektenvielfalt in Agrarlandschaften ist die Gestaltung der Landschaft in ihrer Gesamtheit und nicht nur die Bewirtschaftung einzelner Felder, weil die meisten Insektenpopulationen in großen Landschaftsräumen, also nicht kleinräumig, leben. Beispielsweise beherbergen Kalkmagerrasen ein Drittel mehr Arten, wenn sie in einer durchmischten statt in einer von Äckern geprägten Landschaft liegen. In monotonen, ausgeräumten Landschaften haben einige wenige Hecken und Blühstreifen eine positivere Wirkung auf die Insektenvielfalt als in bunten, diversen Landschaften, in denen solche Strukturelemente ohnehin zuhauf zu finden sind. Da sich die Zusammensetzung der Insektenpopulation von einer Region zur anderen deutlich ändert, sind Schutzmaßnahmen für die Insektenvielfalt über alle Regionen hinweg erforderlich.



Ungefähr ein Achtel der für die Menschen wichtigsten pflanzlichen Agrargüter hängt in sehr hohem Maße von Bestäubern ab

INSEKTENSTERBEN GLOBAL

EINE KRISE OHNE ZAHL

Der Rückgang von Insektenpopulationen und -arten ist vielfach belegt. Die Wissenschaft ist sich auch über den negativen Einfluss der Landwirtschaft einig. Unklar ist, welche Aussagen sich verallgemeinern lassen.

Verglichen mit Säugetieren, Pflanzen, Vögeln und Fischen sind Insekten kaum erforscht. Erst ein kleiner Teil weltweit ist überhaupt klassifiziert. Besonders wenig untersucht sind Vorkommen und Entwicklung über einen längeren Zeitraum außerhalb der USA und Europas.

Einig ist sich die Wissenschaft über den Rückgang einiger gut erforschter Arten wie zum Beispiel dem Monarchfalter, einiger Motten- und Schmetterlingsgruppen und einigen Arten von Bienen und Käfern – vor allem in Westeuropa und Nordamerika. Wissenschaftlicher Konsens ist auch, dass die Artenvielfalt in vielen Regionen der Welt abnimmt, während sich die Anzahl und das Gewicht der Tiere sehr verschieden entwickeln, abhängig von Region, klimatischer Veränderung, Landnutzung und der Anpassungsfähigkeit der Art.

Eine wissenschaftlich belegte Zahl zum globalen Insektenrückgang gibt es nicht. Eine erste Überblicksstudie der Universität Sydney aus dem Jahr 2018 trug die Ergebnisse regionaler Forschungen zusammen. Demnach nimmt die Population von 41 Prozent der Insektenarten ab, und ein Drittel aller Insektenarten ist vom Aussterben bedroht. Unter dem Vorbehalt einer noch relativ dünnen Datenlage errechneten die Forscher einen jährlichen Verlust von 2,5 Prozent der globalen Insektenbiomasse. Die meisten der ausgewerteten Untersuchungen kommen aus Europa, einige aus Nordamerika, die wenigsten aus Asien, Afrika oder Lateinamerika. Diese Lücken stießen auf Kritik. Außerdem seien Untersuchungen zu wenig berücksichtigt, die über eine positive Entwicklung von Insekten berichten. Dem Weltbiodiversitätsrat IPBES zufolge ist der Anteil der bedrohten Insektenarten weltweit eine unbekannte Größe. Anhand der vorhandenen Daten schätzt er die bedrohten Arten vorsichtig auf zehn Prozent.

Studien belegen, dass in Europa und Nordamerika die Vielfalt und die Menge von Nachtfaltern (Motten), Schmetterlingen, Käfern, Wildbienen und anderen Insekten regional unterschiedlich, aber deutlich zurückgehen. Einzelne Analysen aus anderen Teilen der Welt beschreiben denselben Trend. So weist eine Untersuchung nach, dass auf der Karibikinsel Puerto Rico über einen Zeitraum von 36 Jahren die Biomasseverluste von Arthropoden im Regenwald zwischen 78 Prozent und 98 Prozent lagen; zu den Arthropoden gehören nicht nur Insekten, sondern auch Spinnen, Skorpione und Tausendfüßer. Auch Studien aus Madagaskar und Neuseeland sowie die Roten Listen der UN-Weltnaturschutzunion (IUCN) zeigen, dass Insektenarten weltweit bedroht sind. Gleichzeitig weisen Arbeiten vor allem aus kälteren Regionen darauf hin, dass dort die Menge der Insekten zunimmt. So geht aus Untersuchungen in Russland hervor, dass die Anzahl der Springschwänze in der Tundra mit steigenden Temperaturen zugenommen hat.

Insekten verschwinden vor allem von Äckern, Feldern und intensiv genutzten Wiesen. In Neuseeland ist seit den frühen 1960er-Jahren die Mottenpopulation in Graslandschaften um 60 Prozent zurückgegangen, bei intensiver Nutzung mit hoher Tierdichte sogar um 90 Prozent. In Deutschland, so schreibt die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle (Saale), nahm die Häufigkeit von Arten in Agrarlandschaften um etwa 30 Prozent ab. In Wäldern, Feuchtgebieten und Siedlungsräumen blieb die Zahl hingegen stabil oder stieg sogar wieder an.

Wissenschaftlicher Konsens ist, dass die Landwirtschaft einen negativen Einfluss auf Insekten hat. Landwirtschaftliche Flächen werden weltweit immer intensiver genutzt. Um mehr Ertrag pro Hektar zu erwirtschaften, stieg der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden weltweit deutlich. Vor allem aber wandelte sich die Art der Nutzung der Landflächen. In nur 300 Jahren, zwischen etwa 1700 und 2007, ist der Anteil von Acker- und Weideland weltweit jeweils um das Fünffache gestiegen, wobei die Flächen vor allem im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts ausgeweitet wurden. Die Menschen rodeten Wälder, legten Feuchtgebiete trocken, verwandelten Steppen und Savannen in Äcker und

JE KLEINER, DESTO STÄRKER GEFÄHRDET

Arten von Laufkäfern *(Carabidae)* und Käfern in Neuseeland im Vergleich, jeweils in Prozent nach Eigenschaften

bedroht / nicht bedroht

nach Mobilität

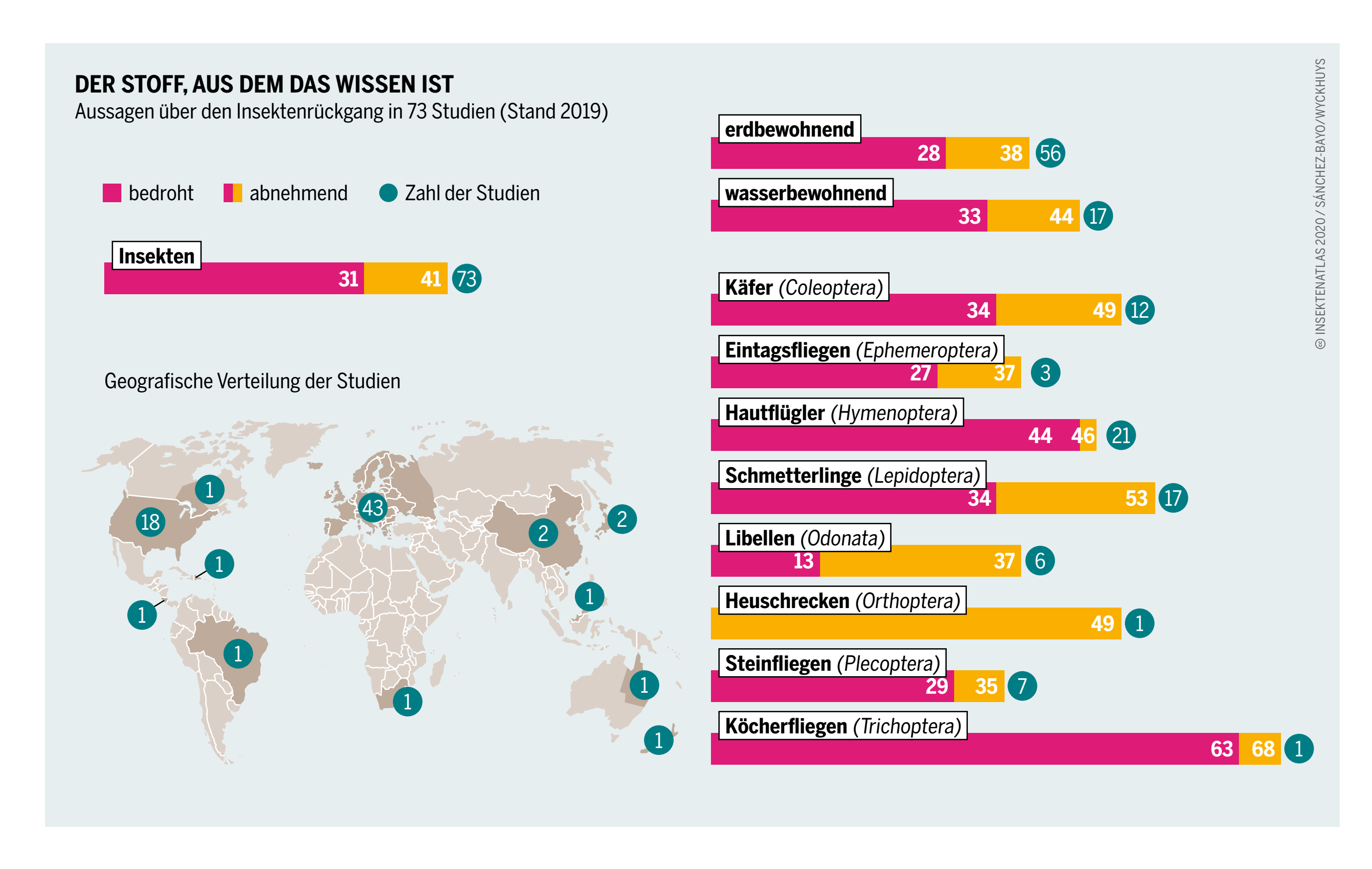
	bedroht
flugunfähige Käfer	66,7
(flugfähige) Laufkäfer	42,2

nach Körpergröße in Millimetern*

	bedroht
über 30	15,9
20–29	25,0
10–19	31,8
unter 10	36,4

* alle untersuchten Käferarten, Anteil Laufkäferarten: 40,9 Prozent

Die neuseeländischen Laufkäfer sind vor allem durch die Ausdehnung der Viehweiden für die Milchwirtschaft bedroht



Weiden. Die Tier- und Pflanzenarten, die unberührte Lebensräume benötigen, gingen zurück oder starben aus.

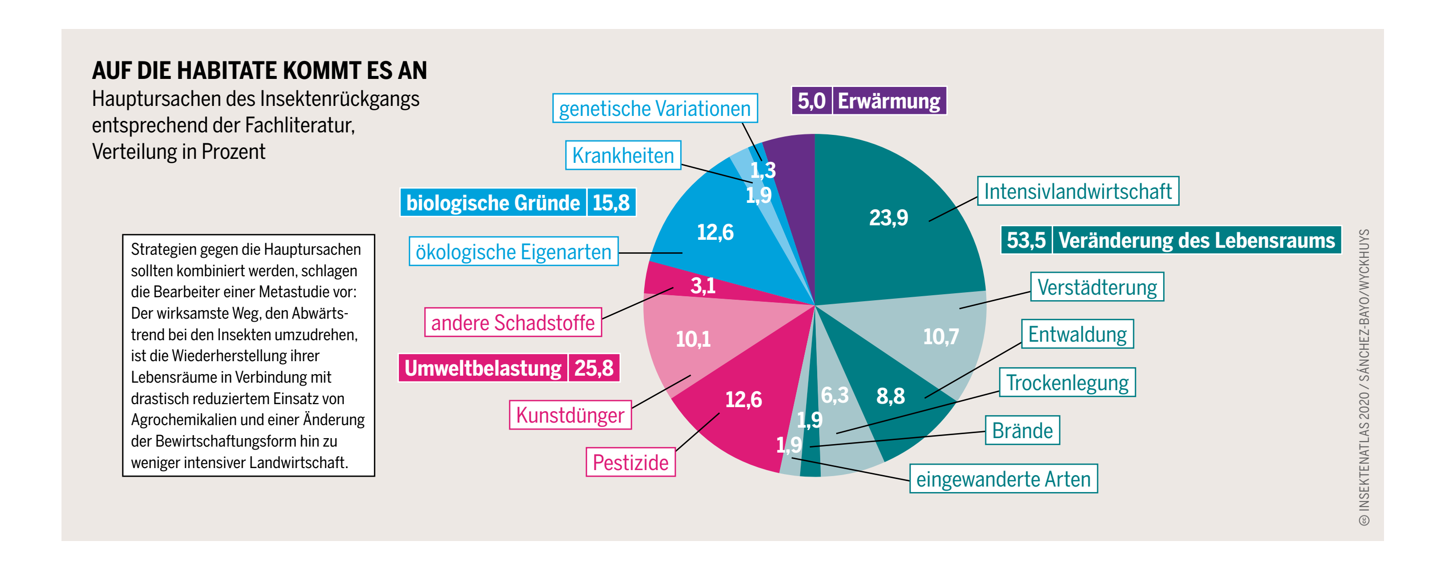
Aber auch noch zwischen 1980 und 2000 entstand mehr als die Hälfte der neuen landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Tropen durch die Abholzung von Wäldern, zwischen 2000 und 2010 waren es sogar geschätzte 80 Prozent. Zwei Länder, Indonesien und Brasilien, waren für über 50 Prozent dieses Tropenwaldverlustes verantwortlich. Dabei ist gerade in den tropischen Ländern Asiens und Lateinamerikas die Anzahl und Vielfalt der Insekten besonders hoch. Wichtigste Gründe für die Abholzung: neue Weideflächen

Mehr als die Hälfte aller Fachveröffentlichungen nennt die Veränderung des Lebensraumes als wichtigste Ursache dafür, dass Insekten seltener werden

Viele Studien über Insekten sind artspezifisch und räumlich sehr spezialisiert. Globale Aussagen sind oft nicht sinnvoll. Aber Trends sind eben doch zu erkennen

für Rinder, Plantagen für die Palmölproduktion und Rohstoffvorkommen dicht unter der Oberfläche.

Weltweit steigt die Nachfrage nach Agrarprodukten. Die UN-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft spricht von 60 Prozent bis 2050. Damit einher gehe eine Ausweitung der Agrarflächen – abhängig von den zunehmenden Erträgen pro Hektar – um bis zu 100 Millionen Hektar. Diese Entwicklung muss aber nicht so kommen. Wenn in Industrieländern weniger Fleisch gegessen wird und Agrarprodukte nicht weiter als Treibstoff verwendet werden, könnte das den Druck auf die Flächen entscheidend verringern. ●



INSEKTENSTERBEN IN DEUTSCHLAND

ABWÄRTS IM TREND

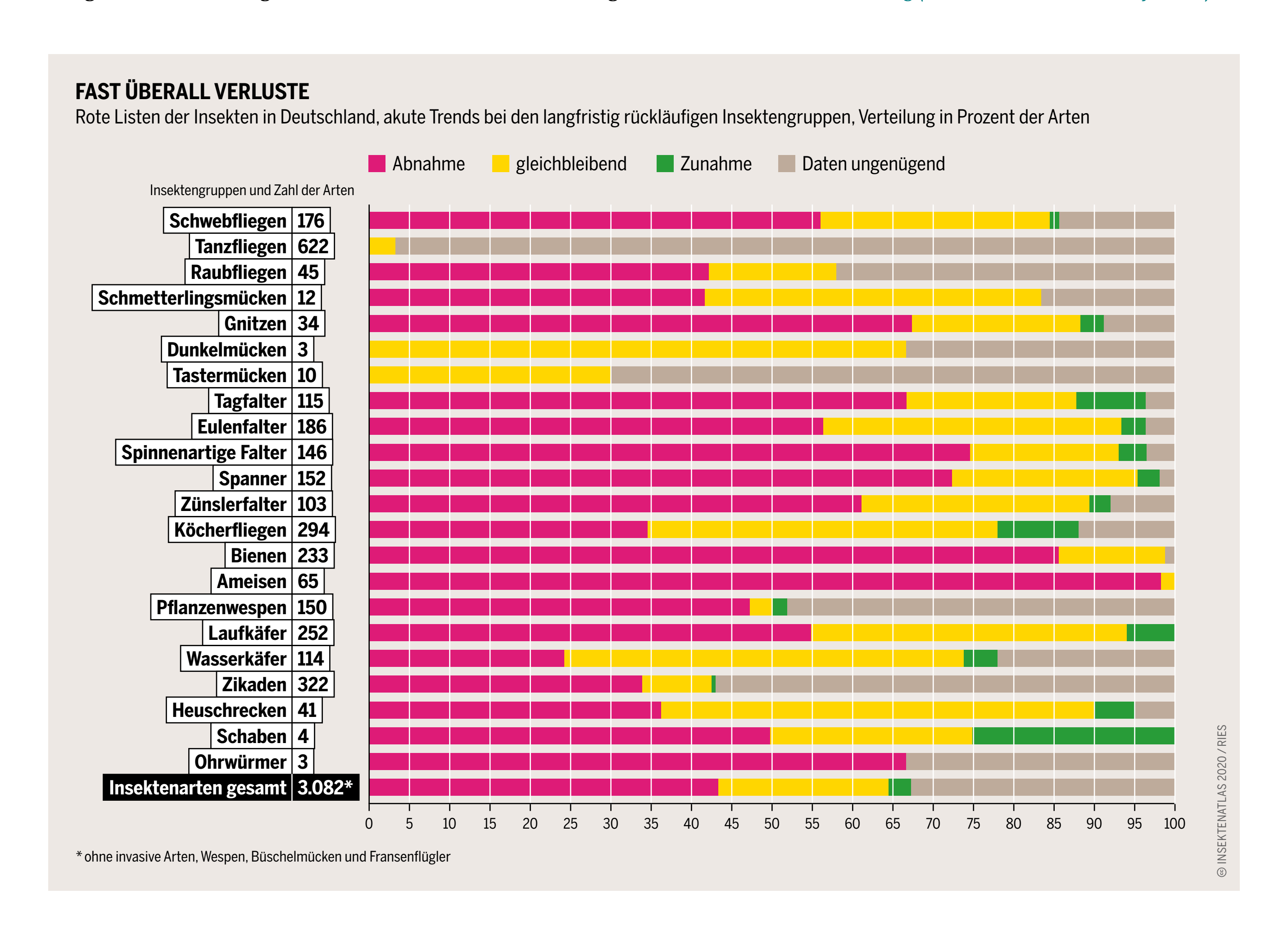
Ob Langzeituntersuchungen, einzelne Studien oder Rote Listen – das Ergebnis ist immer dasselbe: Insgesamt sind Anzahl und Artenzahl der Insekten rückläufig. Daran ändern auch die Forschungsdefizite nichts.

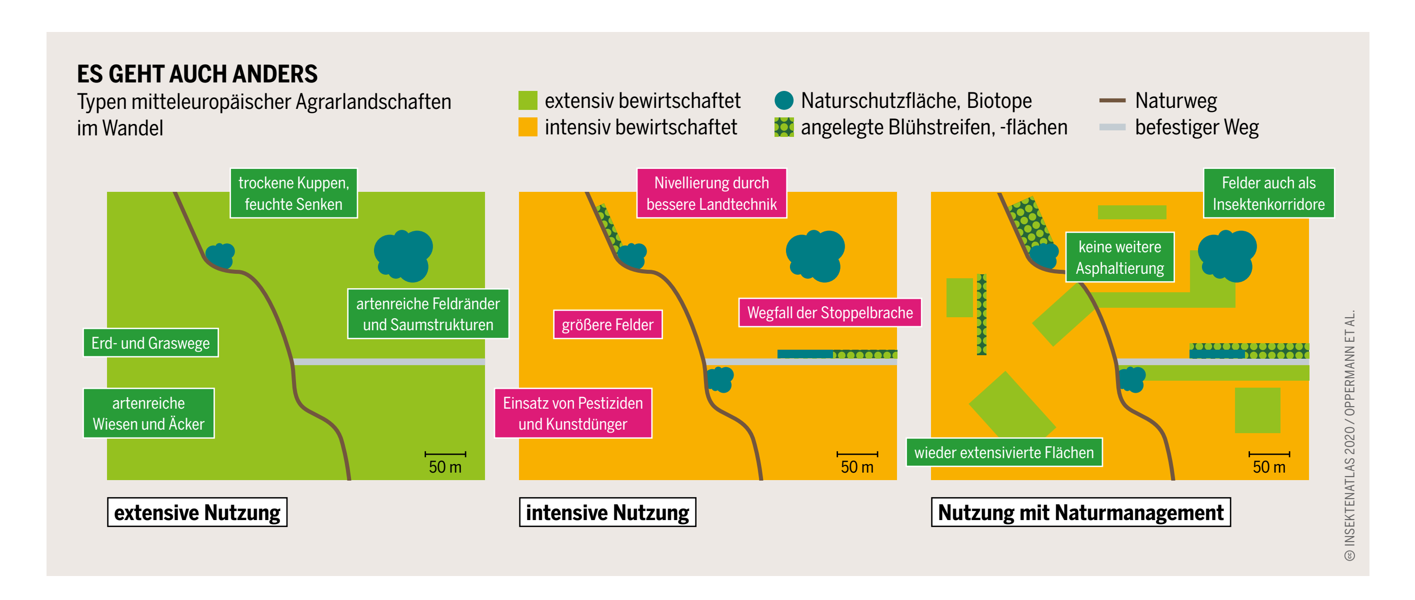
Erkenntnisse der Insektenkunde erreichen selten ein großes Publikum. Diese Nachricht jedoch ging um die Welt: Mehr als 75 Prozent der Gesamtmasse an Fluginsekten sind aus Teilen Deutschlands verschwunden. Die Studie, veröffentlicht im Oktober 2017, beruhte auf Daten des Entomologischen Vereins Krefeld. Dessen Mitglieder hatten über einen Zeitraum von 27 Jahren das Vorkommen von Fluginsekten an über 60 Standorten erforscht, die meisten davon in Schutzgebieten in Nordrhein-Westfalen. Auch wenn die Studie verschiedentlich wegen methodischer Mängel kritisiert wurde, liefert sie erstmals lange Datenreihen zur Bestandsentwicklung ganzer Gruppen von Insekten – und die wurden weltweit so noch nie erhoben. Die Daten wurden in verschiedenen Bundesländern gesammelt und zeigen einen deutlichen Trend.

In Deutschland gibt es neben dieser „Krefelder Studie“ Langzeituntersuchungen etwa zu den Beständen von Tagfaltern, Wildbienen und Zikaden. Alle Datenreihen belegen einen Rückgang der Artenvielfalt und bestätigen eine teilweise dramatische Abnahme der Populationsdichte. Bei den Schmetterlingen gehen vor allem die Spezialisten verloren. Hierzu zählen Tagfalter, deren Larven auf bestimmte Futterpflanzen angewiesen sind. Langzeiterfassungen in mehreren Regionen Deutschlands halten dauerhafte Verluste von über 70 Prozent der Arten fest.

Unter den Wildbienen zeigt knapp die Hälfte der 561 Arten Rückgänge. Neben dem Verlust der Habitate könnte die weite Verbreitung der hochwirksamen Neonicotinoide aus der Gruppe der Insektizide beigetragen haben, dass die Wildbienen so stark zurückgegangen sind. Über einen Zeitraum von 46 Jahren sank auf der Schwäbischen Alb die Zahl der Nester einer Schmalbienenart um 95 Prozent. In den Isarauen im bayerischen Dingolfing sind drei Viertel der Wildbienenarten im Verlauf nur eines Jahrzehnts verschwunden. Aber auch andere Insektengruppen sind dezimiert. Zikadenpopulationen auf Trockenrasen in Ost-

Von den langfristig (seit 50 bis 150 Jahren) schrumpfenden Insektengruppen nahm fast die Hälfte auch kurzfristig (in den letzten 10 bis 25 Jahren) ab





Um Insektenpopulationen zu erhalten oder wiederherzustellen, sind auf und neben den Feldern viele kleine und große Schritte nötig

deutschland nahmen über 40 bis 60 Jahre um 54 Prozent ab. Im Feuchtgrünland in Niedersachsen betrugen die Verluste sogar 78 Prozent.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen in Deutschland, dass die Verluste nicht regional begrenzt, sondern bundesweit zu bemerken sind. Betroffen sind Spezies mit unterschiedlichsten Lebensweisen und Lebensräumen. Die mit Abstand höchsten Insektenverluste weisen in unseren Breiten die offenen Regionen der Landschaft auf. Hierzu zählen Ackerflure und Wiesen. Einem internationalen Forscherteam unter Leitung der Technischen Universität München zufolge hat sich zwischen 2008 und 2017 die Insektenbiomasse auf Grünlandflächen um zwei Drittel verringert. Über den gleichen Zeitraum untersuchte Wälder wiesen Verluste von 40 Prozent der Biomasse von Insekten auf.

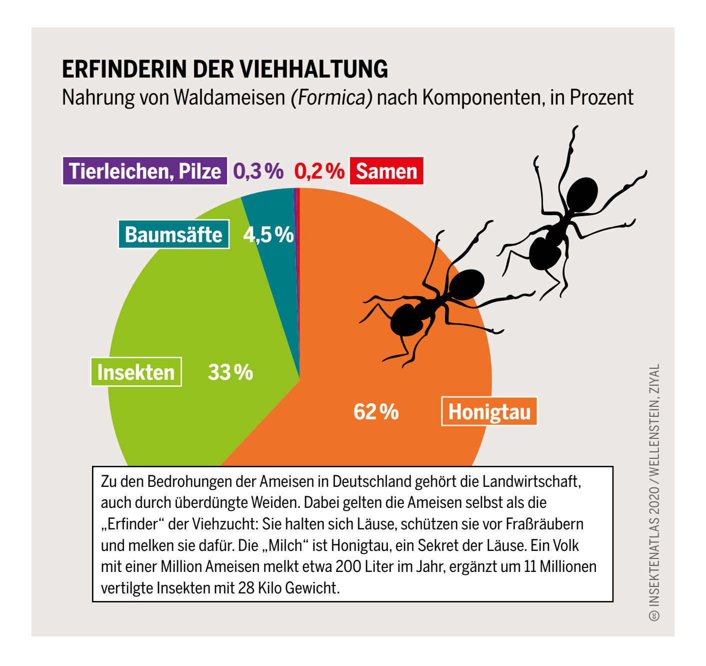
Die umfangreichste Sammlung zum Gefährdungsstatus einzelner Spezies stellen die Roten Listen dar. Das Bundesamt für Naturschutz bringt sie seit 40 Jahren heraus. Sie werden kontinuierlich erweitert und bilden die Entwicklung der Bestände von rund 15.000 Insektenarten über einen Zeitraum von 50 bis 150 Jahren ab. Damit stellen sie die Lage von knapp der Hälfte der über 33.000 hierzulande etablierten Spezies dar. Die Lücken erklären sich dadurch, dass zahlreiche Spezies schwierig zu bestimmen sind und es an Fachleuten fehlt, die ihre Bestände fortlaufend dokumentieren. Die Listen zeigen, dass bundesweit fast jede zweite erfasste Art zurückgeht. Nur ein Bruchteil der Spezies – etwa zwei Prozent – nimmt zu. In den vergangenen Jahrzehnten fallen besonders die Verluste bei den Ameisen auf. Mehr als 90 Prozent der insgesamt 107 Arten, mit denen die Familie hierzulande vertreten ist, sind rückläufig.

Eine Vielzahl von Käfern ist inzwischen unter Schutz gestellt worden, weil sie bedroht sind. Das Fehlen von Dungkäfern ist am Zustand von Kuhfladen abzulesen. Vielerorts zersetzen sie sich nicht mehr. „Betonfladen“ heißt das Phänomen inzwischen. Als eine der Ursachen gelten Antiparasitika im Dung der Tiere, die ihre tödliche Wirkung bei den nützlichen Käfern entfalten.

In einer neuen Untersuchung schlüsseln Krefelder Fachleute den Rückgang nach Gruppen und Arten auf. Bei den Schwebfliegen – neben den Bienen die wichtigsten Bestäuber – sank die Zahl der Exemplare an sechs Standorten in einem nordrhein-westfälischen Schutzgebiet zwischen 1989 und 2014 von knapp 17.300 auf rund 2.700 – ein Verlust von 84 Prozent. Von den ehemals 143 Spezies fanden sich 25 Jahre später nur noch 104.

Weitere Erkenntnisse verspricht das Projekt „DINA – Diversität von Insekten in Naturschutzgebieten“, das 2019 begann. Vier Jahre lang erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler so genau wie möglich, welche Faktoren zum Insektensterben beitragen – und wie wichtig sie sind, damit Prioritäten für eine Umkehrung des Trends gesetzt werden können. ●

Es liegt nicht an der Nahrung, sondern am schwindenden Lebensraum: Keine andere Insektengruppe in Deutschland ist so bedroht wie die Ameisen



Zu den Bedrohungen der Ameisen in Deutschland gehört die Landwirtschaft, auch durch überdüngte Weiden. Dabei gelten die Ameisen selbst als die „Erfinder“ der Viehzucht: Sie halten sich Läuse, schützen sie vor Fraßräubern und melken sie dafür. Die „Milch“ ist Honigtau, ein Sekret der Läuse. Ein Volk mit einer Million Ameisen melkt etwa 200 Liter im Jahr, ergänzt um 11 Millionen vertilgte Insekten mit 28 Kilo Gewicht.

ZWISCHEN KAHLSCHLAG UND LETZTER HILFE

Gegen viele Lebewesen, die die Ernten mindern könnten, werden Agrarchemikalien eingesetzt. Ihre Wirkung wird immer genauer. Trotzdem kommt immer mehr davon auf die Felder.

Weltweit ist die Menge der eingesetzten Pestizide seit 1950 um das Fünfzigfache gestiegen. Während der ökologische Anbau weitestgehend ohne sie auskommt, werden in der konventionellen Landwirtschaft weltweit pro Jahr etwa vier Millionen Tonnen chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Der weltweite Umsatz lag 2018 bei 56,5 Milliarden Euro. Prognosen zufolge könnte er bis 2023 auf 82 Milliarden Euro steigen.

Vier Chemiekonzerne teilen sich zwei Drittel des globalen Marktes: BASF und Bayer aus Deutschland, Syngenta aus der Schweiz – aber in chinesischem Besitz – sowie der Börsenneuling Corteva in den USA, zuvor die Agrarchemiesparte von DowDuPont. Der Industrieländerorganisation OECD zufolge setzte 2017 Bayer allein mit Pestiziden 11,2 Milliarden US-Dollar um, gefolgt von Syngenta mit 9,4 Milliarden und BASF sowie DowDuPont mit je 7 bis 8 Milliarden Dollar. Inklusive Saatgut liegen die Zahlen noch deutlich höher.

Pestizide sind eine der Hauptursachen für das Sterben der Insekten, weil sie in ganze Ökosysteme eingreifen. Je nach ihrem Ziel werden sie grob in Insektizide, Herbizide, Fungizide und weitere eingeteilt. Insektizide vernichten Schadinsekten an Kulturpflanzen, immer leiden aber auch andere Gewächse unter ihrer Anwendung. So schaden Neonicotinoide, die inzwischen weltweit am häufigsten eingesetzt werden, vielen Arten, darunter Bienen und Hummeln. Sie schädigen das Nervensystem, Bienen verlieren dadurch die Orientierung und Hummeln sogar den Geruchssinn.

Herbizide richten sich gegen Beikräuter. Selektive Herbizide wirken gegen bestimmte Pflanzen, Totalherbizide gegen fast alle botanische Lebewesen. Glyphosat ist der weltweit am meisten benutzte Totalherbizid-Wirkstoff, dessen Verkäufe so stark zugenommen haben, weil er in Kombination mit gentechnisch veränderten Pflanzen – vor allem Soja – eingesetzt wird. Diese Pflanzen sind gegen das Gift, das während des Aufwuchses gespritzt wird, resistent; alle anderen Gewächse sterben. Die Folge: Insekten finden weniger Blüten und verlieren damit ihre Nahrungsgrundlage. Auch direkte Auswirkungen sind bekannt. Versuche an der Universität von La Plata in Argentinien zeigen, dass Glyphosat auch Florfliegen töten kann, die Blattläuse lieben und daher Nützlinge sind.

Weltweit werden in Asien pro Hektar die meisten Pestizide ausgebracht, insbesondere in China, Indien und Japan. Chinesische Landwirtinnen und Landwirte greifen inzwischen zum Dreifachen des globalen Durchschnitts. Auf Asien folgt Amerika, wobei in Nordamerika, Brasilien und Argentinien insgesamt die größte absolute Menge an Pestiziden verbraucht wird. In Afrika sind es nur etwa zwei Prozent der weltweiten Menge.

Es fehlt an Langzeitstudien, wie sich Pestizide auf die Biodiversität und die Insekten in Afrika und Lateinamerika auswirken. Pestizide könnten dort einen großen Anteil am Insektensterben haben, wo ihr Einsatz hoch und die Zulassung nur schwach reguliert ist. So werden im Weinanbau in Südafrika oder in der Gemüseproduktion in Kenia Pestizide verwendet, die in der EU seit Jahrzehnten verboten sind. Bayer, so kam es auf der Jahreshauptversammlung 2019 des Konzerns zur Sprache, vertreibt in Brasilien zwölf Wirkstoffe, die in der EU nicht mehr erlaubt sind, darunter das Insektizid Thiodicarb, das gegen Schadschmetterlinge wirkt.

WENN DIE GUTEN DIE OPFER SIND

Überlebensraten von zwei Florfliegenarten der Gattung *Chrysoperla* beim Einsatz verschiedener Pestizide, Larve bis ausgewachsenes Tier, in Prozent

	Chrysoperla carnea	*Chrysoperla johnsoni*
Novaluron	0	0
Lambda-Cyhalothrin	0	0
Cyantraniliprol	7	13
Chlorantraniliprol	20	27
Spinetoram	33	40
Wasser (Kontrollgruppe)	87	80

Florfliegen der Gattung *Chrysoperla* heißen auch Blattlauslöwen, weil sie eine große Menge Schädlinge fressen. In den USA wurden zwei dieser Arten, die für Obst- und Walnussgärten typisch sind, fünf dort verbreiteten Pestizidwirkstoffen ausgesetzt. Die Folgen waren für die Nützlinge so verheerend, dass Sekundärplagen auftraten, weil es zu wenige Florfliegen gab, die die überlebenden Schädlinge hätten vertilgen können. Konsequenz: mehr Pestizide, die auch noch mehr Nützlinge ausrotten.

Für den Integrierten Pflanzenschutz, der so wenig Chemie wie möglich einsetzt, sind Pestizide, die Nütz- und Schädlinge zugleich töten, ein großes Problem

SIEGESZUG DER ACKERGIFTE

Weltweiter Einsatz von Pestizidwirkstoffen nach Ländern und Kontinenten, Jahresdurchschnitt 1990–2017 in Tonnen, weltweiter Anstieg in Millionen Tonnen

USA 407.000
Frankreich 83.000
Italien 77.000
Ukraine 50.000
Russland 89.000
Japan 68.000
China 1.391.000
Kolumbien 53.000
Brasilien 216.000
Argentinien 124.000

Tonnen landesweit
bis 60
60 bis 2.500
2.500 bis 50.000
über 50.000
keine Angaben

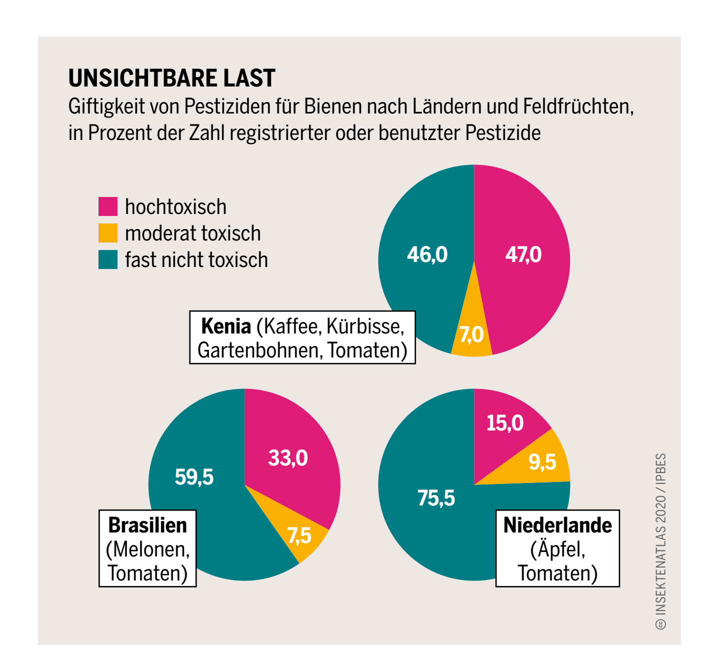
Welt
davon China
0 1 2 3 4 5
1990 1995 2000 2005 2010 2015 2017

China bringt etwa ein Drittel der globalen Pestizide aus. Syngenta in der Schweiz, in den Top 3 der Agrarchemie-Konzerne, ist in chinesischem Besitz

Europäische zivilgesellschaftliche Organisationen fordern, dass Pestizide, die in der EU aufgrund ihrer negativen ökologischen Wirkungen verboten sind, auch nicht in Entwicklungs- und Schwellenländer exportiert werden dürfen. Mit dem Rotterdamer Übereinkommen, das 2004 in Kraft trat, existiert ein internationales Vertragswerk zum Import und Export von gefährlichen Chemikalien, das auch Pestizide abdeckt. Es erlaubt deren Importe erst, wenn das Zielland über die Risiken dieser Stoffe für die menschliche Gesundheit und die Umwelt informiert wurde und der Einfuhr zugestimmt hat. Ratifiziert wurde das Übereinkommen von 160 Ländern. Insgesamt sind 36 Pestizide gelistet, doch es bleiben Lücken. Längst nicht alle Unterzeichnerländer haben den Import der aufgeführten Substanzen untersagt – so hat China beispielsweise DDT nicht gebannt.

Die Debatten um das Insektensterben und die Verluste an Biodiversität nehmen zu und setzen die Agrarindustrie unter Druck. Lange wurden Wechselwirkungen zwischen Pestiziden und Insekten kaum berücksichtigt. Oft fehlen Daten über Kombinations- oder Langzeitwirkungen verschiedener Produkte. In der Vergangenheit beauftragten die Hersteller der Pestizide die Studien selbst, während unabhängige wissenschaftliche Forschung in den Zulassungsverfahren nicht berücksichtigt werden mussten.

Die EU hat es im Jahr 2019 per Gesetzesänderung zur Pflicht erklärt, alle Forschungsergebnisse, auch problematische, registrieren zu lassen. Damit müssen sie in die Zulassungsverfahren einfließen und dürfen nicht mehr zurückgehalten werden. Die Risiken von Pestiziden können nun möglicherweise besser eingeschätzt werden, und der Schutz von Menschen und Umwelt rückt mehr in den Vordergrund. ●



In den armen Ländern Kenia und Brasilien sind die eingesetzten Pestizide für Bienen deutlich giftiger als in den wohlhabenden Niederlanden

FLEISCH

VON TIERFUTTER UND VIEHWEIDEN

Der weltweite Hunger auf Fleisch setzt eine Kettenreaktion von Rodungen, Monokulturen und Chemieeinsatz in Gang. Wo die Insekten besonders artenreich sind, geht die Naturzerstörung besonders schnell voran.

Jedes Jahr steigt die Menge an Fleisch, die weltweit produziert wird. Die UN-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO) berechnet für 2018 eine globale Produktion von 335 Millionen Tonnen – 1970 war es nur ein Drittel davon. Der Hunger auf Fleisch hat weitreichende ökologische Folgen – auch für Insekten. Je nach Art der Tierhaltung verändern sich Agrarlandschaften, die Diversität von Pflanzen, die Boden- und Wasserqualität und damit letztlich der Lebensraum von Insekten. Kein anderer Bereich der Landwirtschaft hat mehr Einfluss auf die Ökosysteme als die Tierhaltung.

Wiesen, Weiden und Savannen machen etwa 22 bis 26 Prozent der eisfreien Landoberfläche der Erde aus. Mit ihrer enormen Vielfalt an Pflanzen bieten sie Insekten wichtige Lebensräume. Häufig finden sich auf Grünland – Weiden, Wiesen, Steppen – ein größerer Artenreichtum und auch mehr Insekten als auf Ackerflächen. Doch auf Wiesen mit intensiver Nutzung nimmt die Vielfalt der Pflanzen ab – dazu führen Hochertragsgräser, intensive Düngung, häufiges Mähen und intensive Beweidung. Niedrigere Gräser und ein dichter Bewuchs nehmen den Insekten die Lebensräume. Eine extensive Beweidung hingegen verhindert zwar, dass auf den Flächen Büsche oder Bäume wachsen, fördert aber die Pflanzenvielfalt und damit den Artenreichtum von Insekten.

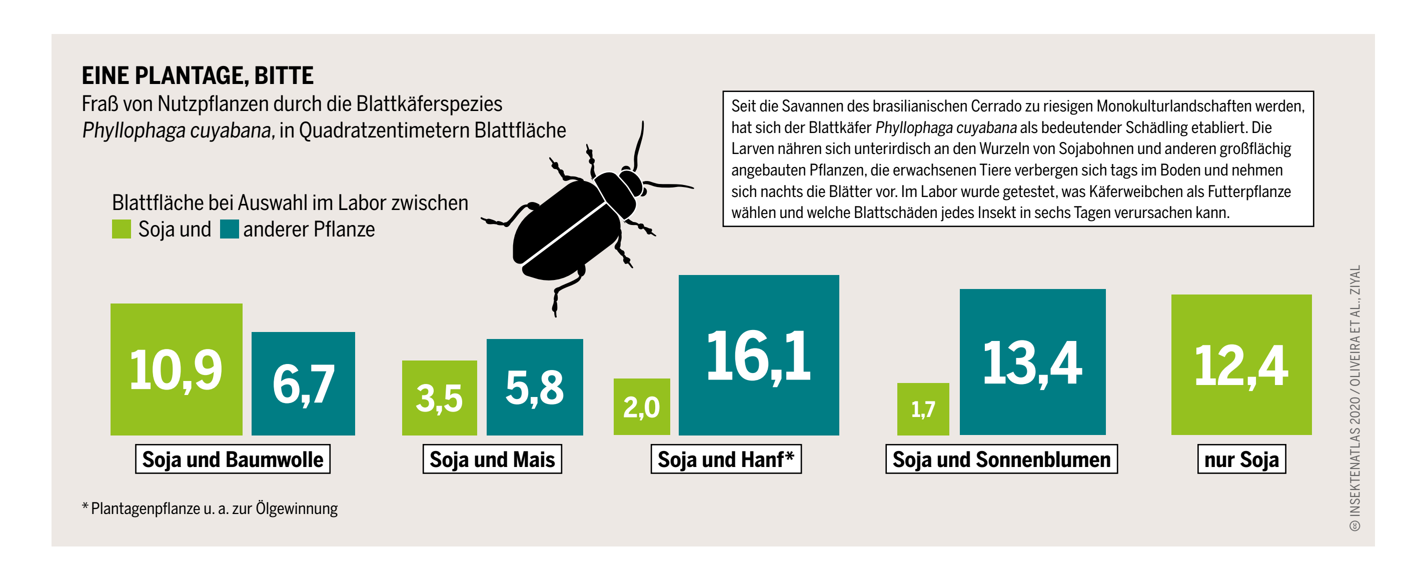
Die Tierhaltung hat sich in den vergangenen 50 Jahren grundlegend geändert. Immer weniger Tiere werden auf der Weide gehalten. Der größte Teil des Fleisches kommt aus Stallhaltung oder der Aufzucht in „Feedlots“, in denen die Tiere auf ähnlich geringer Fläche gehalten werden wie im Stall, nur unter freiem Himmel. Durch diesen dichteren Besatz, bei dem Weidegras wegfällt, und wegen der insgesamt wachsenden Zahl der Nutztiere steigt die Nachfrage nach Futtermitteln aus Getreide oder Ölsaaten. Damit ist die intensive Tierhaltung zu einem der wichtigsten Gründe für Änderungen der Landnutzung geworden – dass also für neues Weideland oder Futtermittelanbau Wald gerodet oder Grünland zu Ackerland umgebrochen wird. So schwinden die Lebensräume der Insekten.

Soja ist der wichtigste Proteinlieferant der intensiven Tierhaltung und wächst inzwischen auf mehr als 123 Millionen Hektar Boden weltweit – eine Fläche 3,5-mal so groß wie Deutschland. Nur drei Länder – die USA, Argentinien und Brasilien – produzieren zusammen etwa 80 Prozent der weltweiten Sojabohnen. Im Jahr 2018 wurde Brasilien zum größten Sojaproduzenten der Welt. Dort wuchs 1990 Soja auf 11 Millionen Hektar, 2018 waren es 36 Millionen.

Brasilien ist auch eines der insektenreichsten Länder der Welt. Die Sojaproduktion beeinträchtigt dort die Biodiversität. Von den weltweit bald eine Million klassifizierten Insektenarten beheimatet Brasilien etwa neun Prozent. Fachleute schätzen die Zahl der tatsächlich in Brasilien lebenden Arten auf bis zu eine halbe Million. Die tropischen und subtropischen Regionen, aber auch der Cerrado – die ausgedehnteste Wald-Savanne Südamerikas – beherbergen weltweit die höchste Vielfalt an Insekten. Während es im Amazonas einige Schutzgebiete gibt, ist der Cerrado der Ausdehnung der Agrarindustrie so gut wie ausgeliefert. Legal und illegal breitet sich die landwirtschaftliche Nutzfläche in beiden Ökosystemen weiter aus.

Mit dem Sojaboom geht auch der vermehrte Einsatz von Pestiziden einher. Sowohl in Brasilien als auch in Argenti-

Phyllophaga cuyabana war vor wenigen Jahrzehnten nur ein Käfer unter vielen. Dann kamen die Rodungen und Monokulturen – sehr zu seinem Vorteil



BRASILIENS SOJAWIRTSCHAFT IN DER OFFENSIVE
Umwandlung von Savannenlandschaften des Cerrado in Sojaplantagen sowie Entwaldungsflächen, die in Sojaexporten enthalten sind

Amazonien
Cerrado
Brasilien
Deutschland zum Vergleich
Rio de Janeiro

- - - Grenzen der ökosystemischen Großregion (des „Bioms") Cerrado
- ältere Plantagen im nördlichen Cerrado
- Expansion 2005 bis 2009

Expansion 2010 bis 2016:
- starke Entwaldung und Bepflanzung
- starke Entwaldung, begrenzte Bepflanzung
- begrenzte Entwaldung, starke Bepflanzung
- begrenzte Entwaldung und Bepflanzung

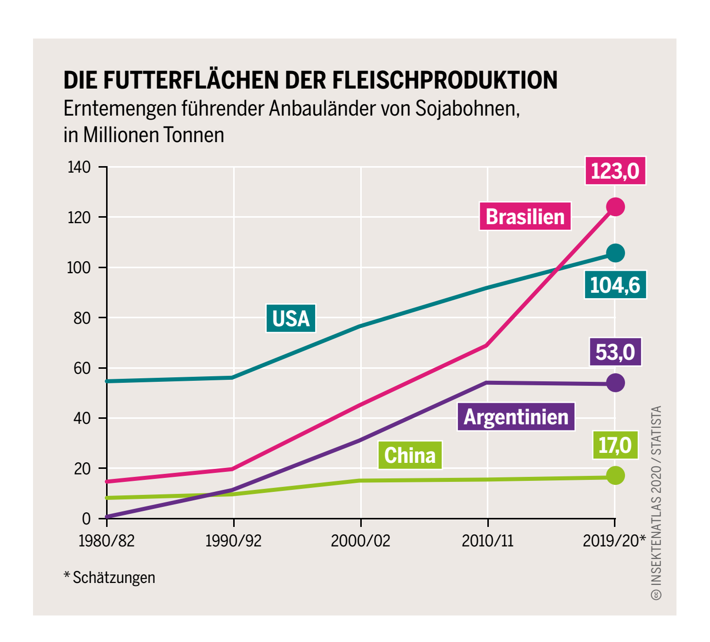
Eine begrenzte Entwaldung ist auch infolge der Umwandlung von Viehweiden in Plantagen möglich. Der Weidewirtschaft kann ihrerseits eine Entwaldung vorausgegangen sein.

Dramatischer als in Amazonien verschwindet im benachbarten Cerrado der Wald und mit ihm ein weiteres artenreiches Ökosystem

nien wird vor allem gentechnisch verändertes Soja angebaut, das gegen das Unkrautvernichtungsmittel Glyphosat resistent ist. Dieses Soja kann deswegen auch während der Wachstumsphase gespritzt werden, um alle konkurrierenden Pflanzen auf dem Feld abzutöten. Brasilien ist heute der zweitgrößte Anwender von Herbiziden weltweit. Aber auch Argentinien setzte in den vergangenen zwei Jahrzehnten – seit der Zulassung des gentechnisch veränderten Sojas 1996 – immer mehr auf Pestizide. In den 1990er-Jahren wurden jährlich etwa 40 Millionen Liter verwendet. 2017 – die neueste Zahl der FAO – waren es 196 Millionen Liter. Marktanalysen sagen der Agrarchemieindustrie für die nächsten Jahre einen Boom mit einer jährlichen Wachstumsrate von über fünf Prozent voraus. In Argentinien wie Brasilien sind Pestizide im Einsatz, die wegen ihrer Gesundheits- und ihrer negativen ökologischen Wirkung in der EU nicht zugelassen sind.

Europas intensive Tierhaltung würde ohne die Futtermittel des globalen Sojamarktes nicht funktionieren. Auch deswegen versucht die EU seit mehr als zwanzig Jahren, mit den zum Wirtschaftsabkommen Mercosur gehörenden Ländern – Brasilien, Argentinien, Paraguay und Uruguay – ein Handelsabkommen abzuschließen, das die beiden Regionen zur größten Freihandelszone der Welt machen würde. Bei Umweltgruppen aus Lateinamerika und Europa stößt das Projekt auf enorme Kritik. Die negativen ökologischen Folgen neuer Fleischexporte aus Brasilien schafften es sogar in die europäischen Medien. Aber kaum bekannt ist, dass das Abkommen auch eine weitreichende Liberalisierung des Handels mit Chemikalien umfasst. Die größten Pestizidkonzerne der Welt – die deutschen Unternehmen Bayer und BASF sowie Syngenta aus der Schweiz – wird das freuen. Die Insektenwelt der Mercosur-Länder nicht. ●

Die schnell steigende Sojaproduktion Brasiliens wird vom Zuwachs der Anbauflächen, vor allem aber von höheren Hektarerträgen verursacht



KLIMAWANDEL

ZEIT FÜR NEUE PLAGEN

Die globale Erwärmung schadet vielen Insektenarten. Wenigen hilft sie, doch von denen werden manche auf die Felder gelockt. Durch höhere Fraßschäden erwarten Fachleute erhebliche Ernteverluste.

Der Klimawandel stellt derzeit die zweitgrößte Gefahr für die Artenvielfalt auf der Erde dar – gleich hinter der veränderten Landnutzung, etwa durch Rodungen. Steigende Temperaturen und extreme Ereignisse wie Dürren, Stürme oder Überschwemmungen wirken sich gleichermaßen auf Insekten und ihre Lebensräume aus. Die Zunahme von Populationen kann meist auf den Klimawandel zurückgeführt werden. Bei Rückgängen sind Analysen oft deutlich schwieriger, weil als Ursache auch negative Folgen der Landnutzung infrage kommen. Bislang beruhen Aussagen über die Auswirkungen des Klimawandels vor allem auf Prognosen und experimentellen Studien. Darauf basierend sind für gut erforschte Insektengruppen einige allgemeine Trends zu erkennen.

Libellen und Heuschrecken werden schon seit langer Zeit intensiv untersucht. Viele Arten reagieren positiv auf die Erwärmung. Trotz des großflächigen Verlustes und der Verinselung der Lebensräume für Insekten breiten sich seit Ende der 1980er-Jahre in Mitteleuropa viele Libellen- und Heuschreckenarten aus; gelitten haben nur wenige. Fachleute schätzen, dass sich etwa in Nordrhein-Westfalen der Klimawandel auf 40 Prozent der Libellenarten und 55 Prozent der Heuschreckenarten positiv auswirkt. Ihnen stehen 14 beziehungsweise 10 Prozent Arten gegenüber, die dezimiert werden.

Anders sieht die Situation bei Tagfaltern aus. Sie stellen deutlich komplexere Ansprüche an ihren Lebensraum. Viele Arten leben bei den Pflanzen, von denen sich ihre Raupen mit Vorliebe ernähren, und sind zudem auf ein Netz aus geeigneten Lebensräumen in direkter Nachbarschaft angewiesen. In Nordrhein-Westfalen werden 34 Prozent der Tagfalterarten als Gewinner und 20 Prozent als Verlierer des Klimawandels eingestuft.

Aufgrund des Verlusts und der Verinselung der Lebensräume – häufig hervorgerufen durch landwirtschaftliche Nutzung – ist es vielen Arten nicht möglich, einfach abzuwandern. Selbst hochmobile Insektengruppen wie Libellen schaffen es nicht, mit der Geschwindigkeit der Klimaentwicklung Schritt zu halten. Auf stetige Änderungen reagieren einige Arten – zumindest teilweise –, indem sie sich anpassen. Die durch den Klimawandel hervorgerufenen, extremen Ereignisse wie Hitzewellen oder Starkregen aber können dazu führen, dass lokale Populationen aussterben. Weil Biotopverbünde häufig fehlen, ist es nicht möglich, die Verluste durch Wiederbesiedlung aus anderen Populationen auszugleichen.

Zu den Profiteuren des Klimawandels zählen vor allem wärmeliebende, mobile Insektenarten, die mehrere Lebensräume besiedeln – sogenannte Habitatgeneralisten. Zu den Verlierern gehören Arten, die nicht so mobil sind, es feucht-nass und kühl brauchen und deswegen stärker auf einen bestimmten Lebensraum angewiesen sind – die Habitatspezialisten. Letztere können wegen des geringen Angebots an Lebensraum nur begrenzt auf den Klimawandel reagieren. Wie er die Populationen verändert und wie sich dies auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirkt, ist bisher wenig erforscht.

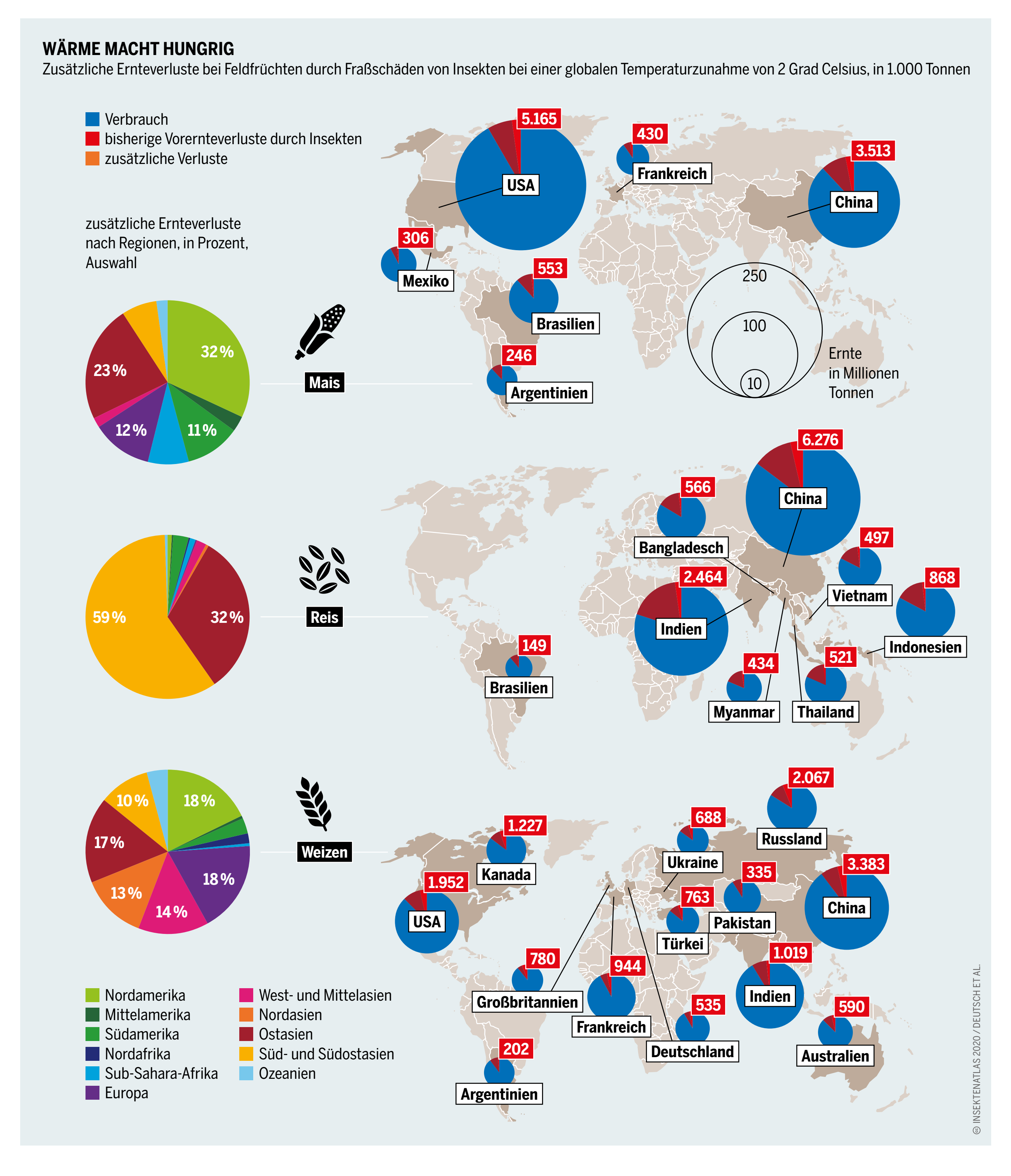
Die Erträge wurden unter verschiedenen klimatischen Szenarien, aber oft ohne Blick auf die Insekten berechnet. Ein Forschungsteam an der Universität von Seattle in den USA hat nun kalkuliert, dass die Ernten von Reis, Mais und Weizen infolge veränderter Populationen um 10 bis 25 Prozent pro Grad Erderwärmung sinken. Die Zahlen sind alarmierend, denn die drei Grundnahrungsmittel stellen zusammen 42 Prozent der vom Menschen weltweit verzehrten Kalorien dar.

BLOSS WEG HIER

Wachstum langer Flügel bei Roesels Beißschrecke *(Metrioptera roeselii)*, Flügellängen in Millimeter und Anzahl bei 210 Testtieren

Roesels Beißschrecken sind in der Regel kurzflügelig. Bei Erwärmung nehmen ihre Populationen zu. Dadurch geraten einige Tiere in Dichtestress. Ihnen wachsen nun doppelt bis dreimal so lange Flügel, um dem bisherigen Lebensraum über weitere Distanzen entfliegen zu können.

Beißschreckenweibchen haben meist kürzere Flügel als Männchen. Doch um nach neuen Habitaten zu suchen, wachsen ihnen gleichlange wie den Männchen



Bei den drei weltwichtigsten Getreidearten könnten die Fraßschäden durch Insekten bei fortgesetztem Klimawandel um rund 50 Millionen Tonnen steigen

Die Ernteverluste haben unterschiedliche Ursachen. Der Klimawandel ändert auch das Verhältnis von Schädlingen und Nützlingen. Hinzu kommt, dass die Widerstandskraft der Pflanzen gegen Schädlinge infolge von klimabedingtem Stress sinkt. Unter diesem Stress stehen auch die Bestäuber. Sie erkranken schneller, und die Bestände schrumpfen. Hinzu kommt die Gefahr der Ungleichzeitigkeit: Lässt der Klimawandel die Pflanzen früher blühen, sind manche bestäubende Insekten noch nicht aktiv. Doch gerade zu Beginn der Vegetationszeit ist es nur selten möglich, die eigentlichen Bestäuber durch andere Arten zu ersetzen. So haben Wissenschaftlerinnen der Universität Würzburg herausgefunden, dass es die Küchenschelle, eine selten gewordene Trockenpflanze, bei steigenden Temperaturen eiliger hat als die Bienen, die sie bestäuben. So besteht die Gefahr, dass die ersten Blüten der Küchenschelle verblühen – bevor die Bienen sie als Nahrung nutzen und bestäuben können. ●

NÜTZ- UND SCHÄDLINGE

FRESSEN UND GEFRESSEN WERDEN

Um den Schaden gering zu halten, den Insekten an Kulturpflanzen anrichten, sind deren natürliche Feinde gefragt – meist andere Insekten. Diese biologische Schädlingsbekämpfung gelingt umso besser, je größer die Vielfalt ist.

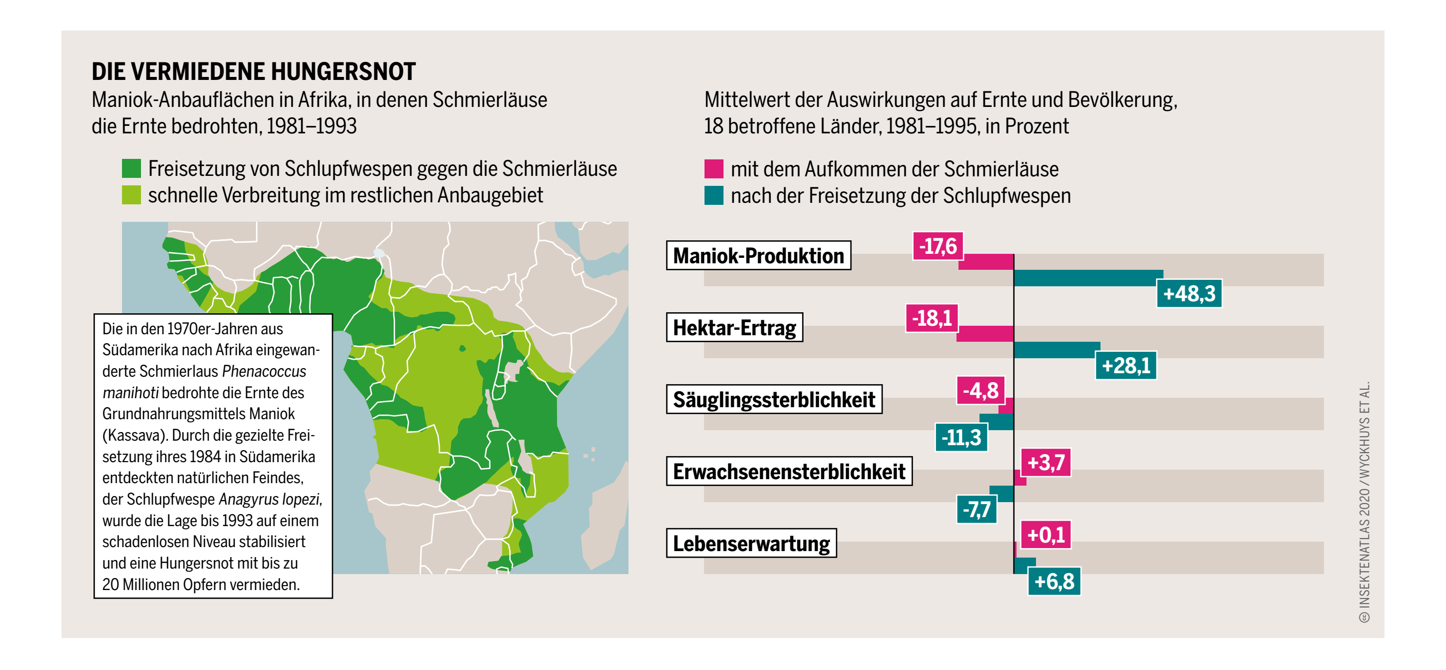
Ob Kartoffel, Getreide oder Tomate – alle Kulturpflanzen, Gemüse und Zierpflanzen in Feld und Garten können von Insekten befallen werden. Sie fressen Pflanzenteile, übertragen Krankheiten oder saugen Pflanzensäfte aus. Dies kann zu großen Ausfällen bei der Ernte führen. Für die drei wichtigsten Getreidesorten Mais, Reis und Weizen werden die durch Insekten verursachten Verluste derzeit je nach Region und Kulturpflanze auf etwa 5 bis 20 Prozent weltweit geschätzt. Die Schäden in Europa und Nordamerika sind meist geringer, vor allem wärmere Regionen wie Teile Afrikas und Asiens sind stärker betroffen. Weizen ist zudem weniger anfällig als Mais oder Reis. Beim Mais kommt es zum Beispiel in Nigeria zu Verlusten von bis zu 19 Prozent, in den USA lediglich zu etwa 6 Prozent. Diese Zahlen könnten in Zukunft steigen. Die Erderwärmung kann vor allem in gemäßigten Klimazonen dazu führen, dass sich die Schadinsekten schneller vermehren. Außerdem sind hitzegestresste Pflanzen anfälliger für Schädlinge und Krankheiten.

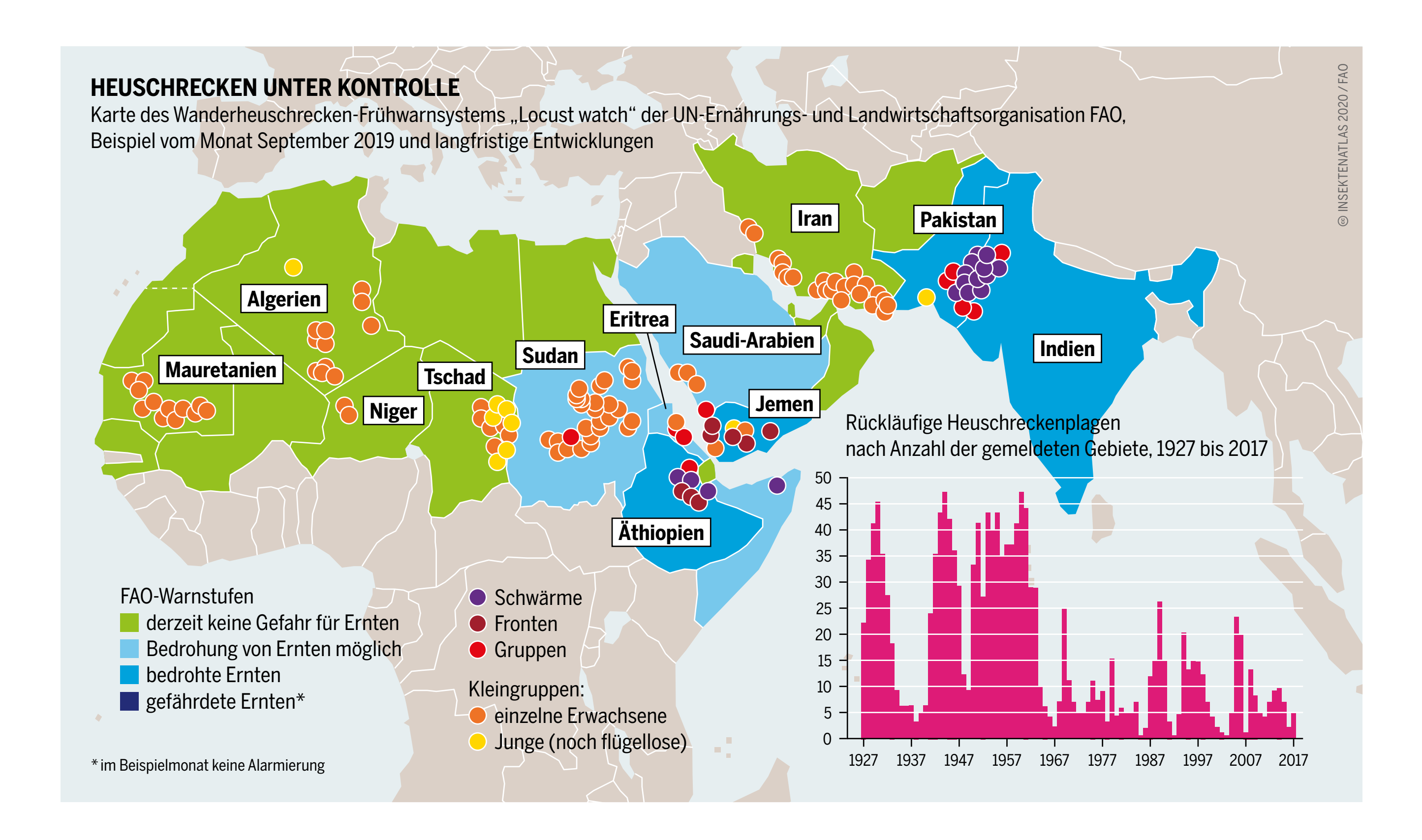
Während manche Schadinsekten – zum Beispiel Blattläuse, die Weiße Fliege oder Thripse, auch Gewitterfliegen genannt – viele Pflanzenarten befallen, bevorzugen andere ganz bestimmte Gewächse. Diese geben dann den Schädlingen ihre Namen, etwa Rapsglanzkäfer, Kartoffelkäfer, Maiszünsler. Sie alle können große Schäden verursachen, manchmal gehen ganze Ernten verloren. Immer wieder gibt es auch Heuschreckenschwärme, die riesige Flächen abfressen, zuletzt im Juni 2019 auf der italienischen Insel Sardinien, 2017 in Bolivien oder 2016 in Russland.

Um die Menge der Insekten zu reduzieren und den Schaden an den Kulturpflanzen gering zu halten, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Der Integrierte Pflanzenschutz (IPS), der auf Empfehlungen der UN-Landwirtschaftsorganisation FAO aus den 1960er-Jahren zurückgeht, sieht eine Kombination aus Vorsorge und Bekämpfung vor. So sollen natürliche Mechanismen einbezogen werden, indem zum Beispiel Fressfeinde unterstützt werden. Erst wenn der Befall bestimmte Dimensionen erreicht hat, sollen die Insekten mit Pestiziden bekämpft werden. Aber auch dann muss der Einsatz von Chemikalien auf das nötige Maß begrenzt bleiben. Der IPS ist weltweit das Leitbild für den Pflanzenschutz und wurde 2009 auch im EU-Pflanzenschutzrecht verankert.

Um die angebauten Pflanzen ohne Pestizide zu schützen, verwenden Landwirtinnen und Landwirte an die klimatischen und Bodenverhältnisse angepasste Sorten, bauen diese zum richtigen Zeitpunkt und mit verschiedenen Methoden an und bekämpfen die Schädlinge biologisch. Dazu fördern sie ganz im Sinne des IPS die natürlichen Gegenspieler, also Feinde der Schadinsekten. Jede Schadinsektenart hat etwa 10 bis 15 natürliche Feinde. Sie fressen die schädlichen Insekten, saugen sie aus oder „parasitieren" sie, indem sie ihre Eier in oder an den Schädlingen ablegen, was diese früher oder später umbringt. Manche sind auf einige oder

Wespe gegen Schmierlaus – für den Erfolg seines Projektes in Afrika erhielt der Schweizer Insektenforscher Hans Rudolf Herren 2013 den Alternativen Nobelpreis





wenige Arten spezialisiert, andere wiederum fressen viele verschiedene Arten.

Zu den wohl bekanntesten Nützlingen im Einsatz gegen Schadinsekten zählen die Marienkäfer. Sie und ihre Larven sind räuberisch: Sie fressen Blattläuse, Getreidehähnchen, Rapsglanzkäfer, Weiße Fliegen, Kartoffelkäfer und viele andere. Ein einzelner Marienkäfer kann circa 50 Blattläuse am Tag und bis zu 40.000 Blattläuse in seinem Leben vertilgen. Im Jahr 1888 wurde der australische Marienkäfer *Rodolia cardinalis* in Kalifornien eingeführt, um die Wollschildläuse zu bekämpfen. Der Anbau von Zitrusfrüchten in den USA konnte so gerettet werden.

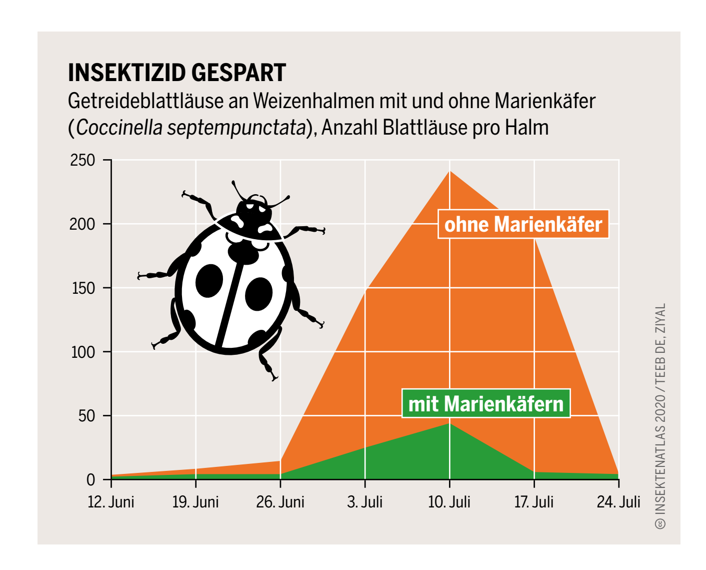
Neben räuberischen Käfern verzehren auch verschiedene Wanzen oder Fliegenarten eine große Menge Schadinsekten. Eine Florfliegenlarve etwa frisst in ihrem zwei- bis dreiwöchigen Leben bis zu 500 Blattläuse. Darum werden sie gezielt in Gewächshäusern eingesetzt. Auch viele Arten von Schlupfwespen sind sehr wertvolle Nützlinge zur Schädlingsbekämpfung. Sie parasitieren Eier, Larven und ausgewachsene Insekten.

Nützlinge entlang der Äcker auszubringen würde allein nicht ausreichen. Als Ausgangsbasis einer biologischen Bekämpfung von Schädlingen sind Feldraine, Blühstreifen, Hecken und weitere naturnahe Rückzugsräume unentbehrlich. Um eine möglichst große Vielfalt an Gegenspielern zu fördern, ist eine Mischung aus neu angelegten und schon seit Jahren vorhandenen Strukturen in der Landschaft nötig. Hilfreich sind außerdem wechselnde Fruchtfolgen und eine Bewirtschaftung, die den Lebenszyklus der Nützlinge berücksichtigt. Dazu gehört, Teilflächen als Rückzugsort nicht umzubrechen sowie den Boden schonend zu bearbeiten, da viele der Insekten im Boden überwintern. Um Nützlinge ausreichend zu fördern, empfehlen Ökologinnen und Ökologen, in allen Landschaften mindestens 20 Prozent naturnahe Lebensräume zu schaffen und zu vernetzen.

Aufgabe der Politik ist es, wirtschaftliche Anreize für eine naturfreundlichere Bewirtschaftung zu schaffen, regional übergreifende Agrarumwelt- und Klimaprogramme zu beschließen und mehr Fördermittel bereitzustellen. Auch im privaten Rahmen können Nützlinge gefördert und Schadinsekten reduziert werden, buchstäblich vor der eigenen Haustür: mit mehr Vielfalt im eigenen Garten und Nisthilfen für nützliche Insekten, Vögel und Fledermäuse.

Schädlingsbekämpfung mit Insekten kann Ernten schützen und Gefahren durch Agrarchemikalien verhindern – zum Beispiel die Herausbildung von Resistenzen

Botenstoffe wie Insektenpheromone oder das Öl des Niembaums helfen gegen Wanderheuschrecken. Gegen ganze Schwärme sind noch immer Insektizide nötig



DÜNGUNG

KUHFLADEN UND PFERDEÄPFEL

Käfer und Fliegen auf den Dunghaufen der Weidetiere zeigen an, wie intakt oder geschädigt ein Agrarsystem ist. Oft leidet die Artenvielfalt unter dem Einsatz von zu viel Kunst- und tierischem Dünger.

Die globale Produktion von Nutzpflanzen hat sich während der vergangenen 50 Jahre verdreifacht. In diesem Zeitraum ist der Einsatz von Stickstoffdünger auf das Zehnfache angestiegen. Der weltweite Gebrauch von Düngern ist damit – neben Faktoren wie künstlicher Bewässerung und der Anwendung von Pestiziden – eine wesentliche Komponente der landwirtschaftlichen Intensivierung. Der Eintrag von Nährstoffen wie Stickstoff hat mannigfaltige Auswirkungen auf Ökosysteme und damit auch auf Insekten.

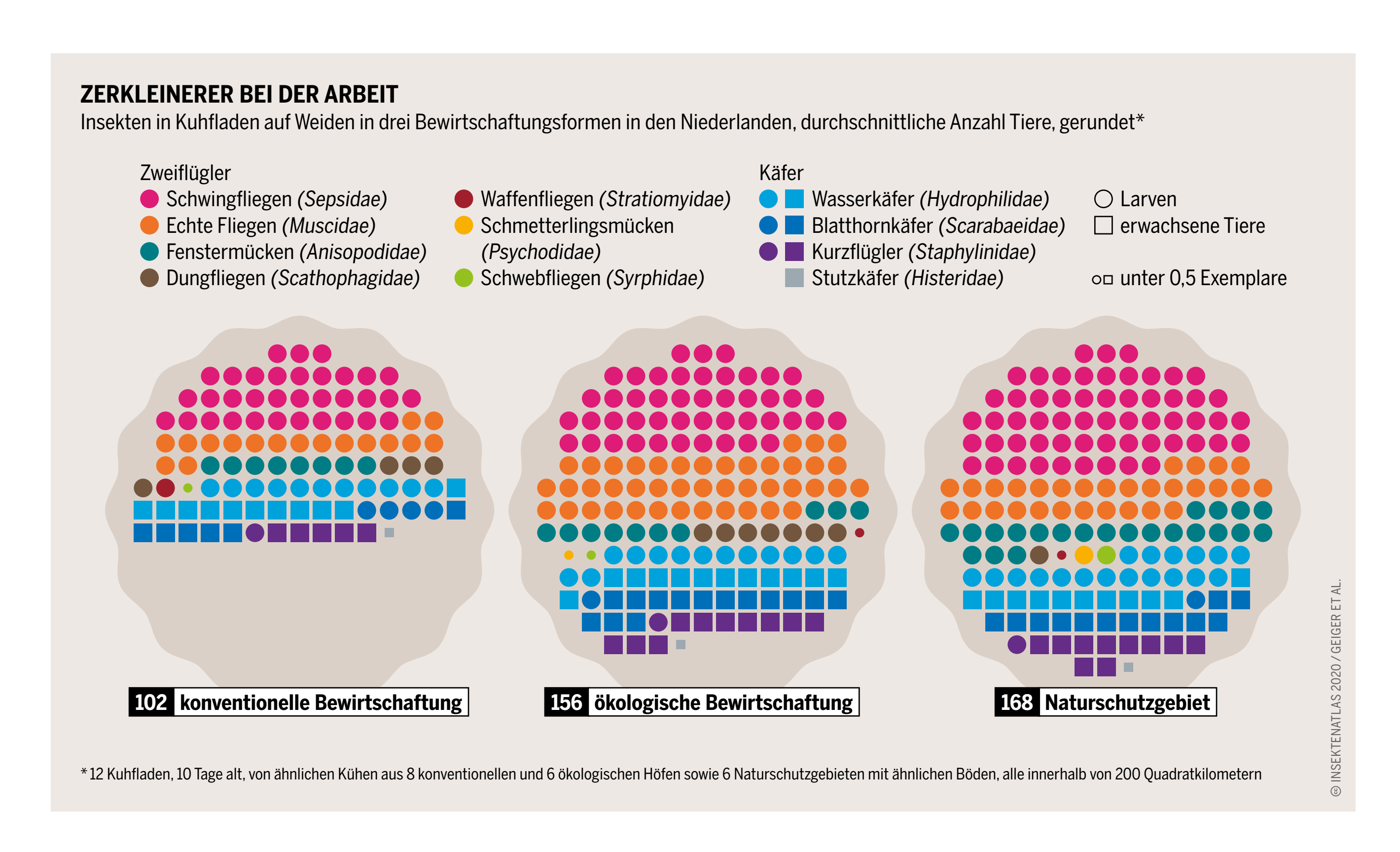
Im Grünland – Wiesen und Weiden, die meist reicher an Insekten sind als Ackerland – führt Düngung zunächst immer dazu, dass die Pflanzenwelt verarmt. Denn die Vegetationsdecke wird dichter, und die Konkurrenten um das Licht verdrängen die Pflanzen des Unterwuchses. Pflanzenarten, die nur wenige Nährstoffe brauchen, verschwinden durch den Überfluss und mit ihnen die an sie angepassten Insekten.

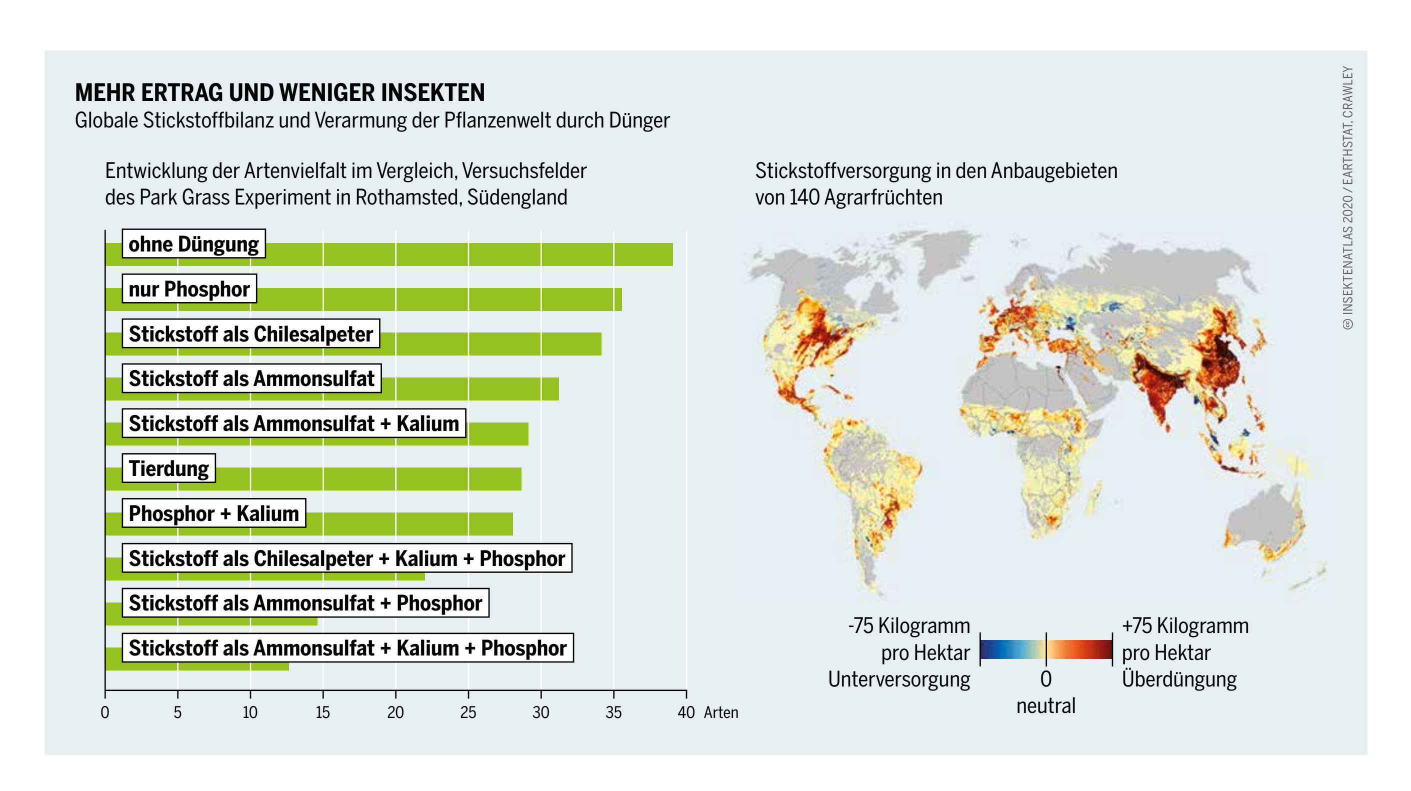
Gedüngt wird entweder mit organischem Dünger – dazu gehören Stallmist, Gülle und Gärreste – oder mit chemisch-synthetischen Stoffen. Dieser Kunstdünger bleibt nur kurz im Boden. 40 Prozent wird als Nitrat ausgewaschen, insgesamt rund 55 Prozent als Lachgas und Stickstoff oder als Ammoniak in die Atmosphäre abgegeben. Dagegen hält sich organischer Dünger länger im Boden, eine wichtige Nahrungsquelle für Insekten, die Dung bewohnen.

Für Insekten ist Stickstoff zunächst eine wichtige Ressource. Sie benötigen Nährstoffe für ihr Wachstum und nehmen das Element über ihre Nahrung auf. Steigt der Stickstoffgehalt im Pflanzengewebe und damit in der Nahrung der Insekten, wachsen und vermehren sich diese zunehmend. Allerdings nicht alle: Bei Spezialisten, die auf Pflanzen nährstoffarmer Standorte angewiesen sind, kann zu viel Stickstoff negativ wirken. So sterben einige Schmetterlingslarven deutlich häufiger, wenn sie auf Pflanzen heranwachsen, die mit Stickstoff gedüngt sind, als wenn sie auf naturbelassenen Wirtspflanzen leben. Versuche am Agrarforschungsinstitut Rothamsted bei London, die mehr als hundert Jahre andauerten, ergaben, dass allein durch Düngung die Anzahl der Wiesenpflanzen im Grünland von 30 bis auf fünf Arten zurückgehen kann. Zugleich sank die Zahl der Arten von pflanzenfressenden Zikaden.

Der Vergleich mehrerer Experimente in Europa, Nordamerika und Asien zeigt, dass durch Stickstoffdüngung sowohl die Vielfalt der Pflanzen als auch die der Insekten sinken kann. Zunächst verschwinden oft die Lebensraum-

Auf Weiden in konventioneller Bewirtschaftung besiedeln 40 Prozent weniger Insekten die Fladen als in naturbelassenen Graslandschaften





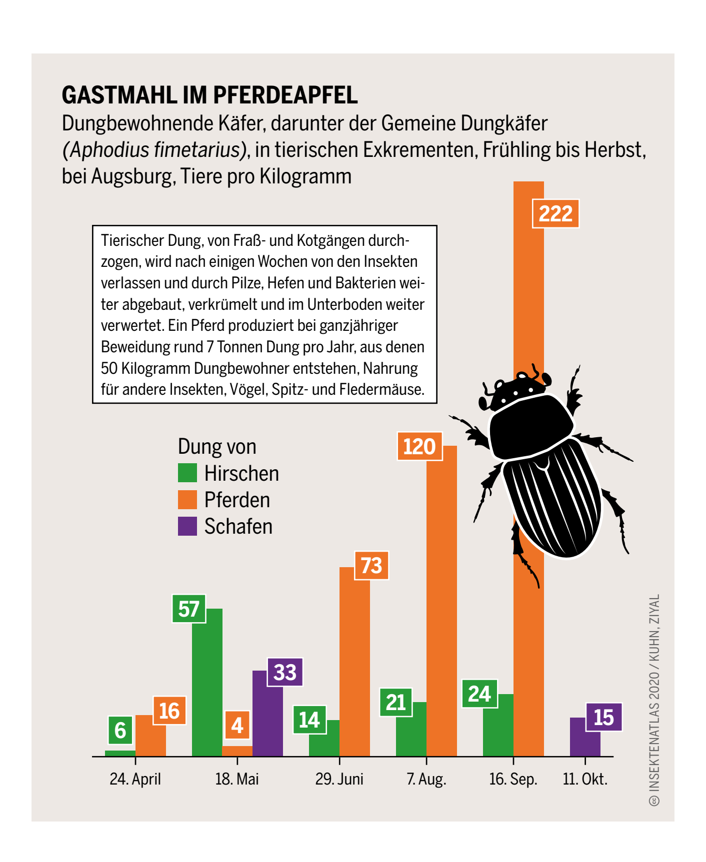
Überdüngung und weniger pflanzliche Artenvielfalt verschlechtern die Böden – dies alles reduziert auch die Artenvielfalt der Insekten

spezialisten. Sie finden nur in der von Menschen wenig genutzten Vegetation ihre Räume, um Nahrung zu suchen und sich fortzupflanzen. Im Gegenzug kann starke Düngung aber auch dazu führen, dass sowohl die Menge als auch die Vielfalt anderer Insektengruppen zunimmt. Gerade im Ackerbau gibt es in diesem Fall oft mehr Pflanzenschädlinge und -krankheiten, was wiederum dazu führen kann, dass noch mehr Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Die Kombinationen aus Düngung, dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und weiteren häufigen Bewirtschaftungsereignissen wie dem Pflügen führen aber insgesamt dazu, dass die Vielfalt der Insektenarten deutlich zurückgeht.

Die Auswirkungen von Dünger auf Insekten hängen von der Art ab, wie er eingesetzt wird und damit auch vom System der Bewirtschaftung. Organischer Dünger wie Stallmist ist selbst Nahrung für Tiere, was für den Kunstdünger nicht gilt. In großflächigen, sich selbst überlassenen Weidelandschaften ist die einzige „Düngung" die der Weidetiere. Während in Dunghaufen, vor allem in Kuhfladen, viele Insektenarten – von Dungkäfern bis zu Fliegen – vorkommen, ist explizites Weideland nicht automatisch reich an Insekten. Die Pflanzendecke muss dann schon insgesamt sehr vielfältig sein, und das Land sollte nicht von mehr als einer Kuh pro Hektar genutzt werden.

Wenn bei intensiver Düngung Nitrat oder Phosphat in Oberflächengewässer gelangen, belastet das auch wichtige Lebensräume vieler Insekten in der umliegenden Landschaft. Gibt es dort Bäche und stehende Gewässer, sinkt die Vielfalt an Insekten in diesem Raum um bis zu 80 Prozent. Zu finden sind nur noch die Arten, die schlechte Wasserqualität anzeigen: Zuckmücken- und Schwebfliegenlarven, Bakterienmatten oder Schlammröhrenwürmer.

Die Vielfalt an Insekten in Agrarlandschaften ist immer dann besonders hoch, wenn viele kleine Felder mit unterschiedlicher Nutzung aneinandergrenzen. Intensiv gedüngte Maisfelder könnten neben anderen, weniger intensiv genutzten liegen. Zur Förderung der Vielfalt sorgt aber vor allem eine mäßige, organische Düngung bei insgesamt extensiver Landnutzung. ●



Käferarten im Dung zeigen die Naturnähe der Weidehaltung an. Störungen, etwa Arznei bei Verdauungsproblemen des Viehs, reduzieren sofort die Besiedlung

NAHRUNGSMITTEL

FÜR VIELE EIN ALLTAGSGERICHT, FÜR MANCHE EIN HYPE

Mit dem Verzehr von Insekten wird weltweit manches Nahrungsproblem gelöst. Umstritten ist, wie nützlich oder gefährlich eine industrielle Massenproduktion wäre.

Mehlwurm-Protein-Riegel, Insektenburger oder Nudeln aus Insektenmehl: Wer durch Lifestylemagazine blättert, könnte denken, dass Entomophagie, also der Genuss von Insekten, auch in Europa gelandet ist. Aber es ist eher die Mischung aus Exotik, Schauder und Nachrichtenwert, die das Verzehren von Insekten zu einem beliebten Medienthema macht. Insekten auf dem Teller sind auf diesem Kontinent bisher alles andere als selbstverständlich.

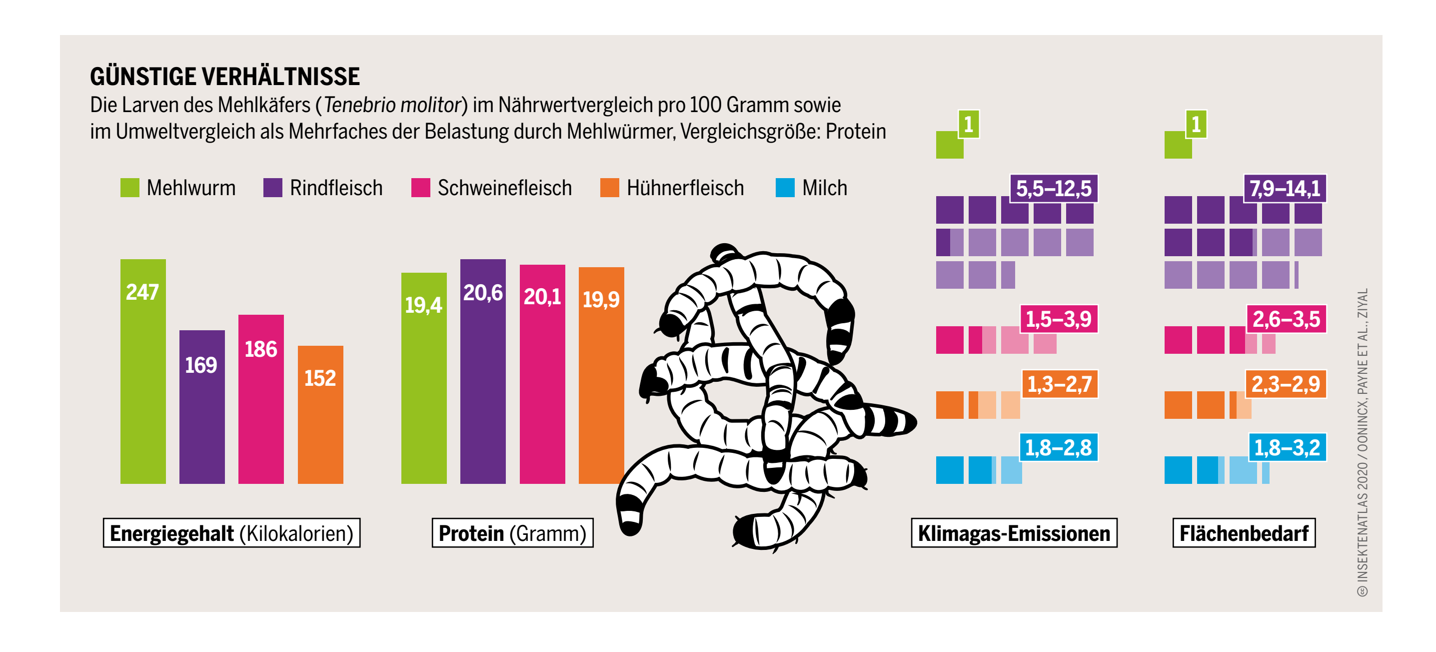
In vielen Teilen der Welt ist das anders. In über 130 Ländern und für geschätzte zwei Milliarden Menschen sind Käfer, Maden oder Heuschrecken traditionell ein Teil ihrer Nahrung. Sie liefern wertvolle Vitamine, Mineralstoffe und viel Protein. Da es eine große Vielfalt an Insekten in den verschiedenen Jahreszeiten gibt, ist auf dem Speiseplan immer für Abwechslung gesorgt.

Neben ökologischen und tierethischen Aspekten ist der hohe Eiweißanteil das zentrale Argument jener Unternehmen, die Nahrungsmittel aus Insekten bei uns populär machen wollen. Deren Zahl ist in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Die EU hat mit ihrer Novel-Food-Verordnung im Jahr 2015 die Voraussetzung dafür geschaffen, dass mit Beginn 2018 einzelne Insektenspezies als Nahrungsmittel genutzt werden dürfen. Sie folgte damit der UN-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO), die Insekten schon seit über zehn Jahren als wichtige Nahrungsquelle propagiert, um die wachsende Weltbevölkerung ernähren zu können. Vorerst sind in der EU nur vier Spezies zugelassen: Mehlwürmer *(Tenebrio molitor)*, Buffalowürmer *(Alphitobius diaperinus)*, Heimchen oder Hausgrillen *(Acheta domesticus)* und die Wanderheuschrecke *(Locusta migratoria)*. 2019 wurden weitere Anträge gestellt, so für die Larven der Schwarzen Soldatenfliege *(Hermetia illucens)*.

Evolutionsgeschichtlich betrachtet sind Insekten eine der ältesten Proteinquellen der Menschheit. Ein Großteil dieser Kaltblütler zählt zu den wertvollsten Nahrungsmitteln, auch wenn der Gehalt an Proteinen, Vitaminen, ungesättigten Fettsäuren (Omega 3 und 6) und Mineralien je nach Spezies, Fütterung und Lebenszyklus – Ei, Larve, Puppe, adultes Tier – stark variiert. Noch sind es vor allem kleine Start-ups, die sich in den westlichen Industrieländern mit ersten – vergleichsweise teuren – Produkten auf dem Markt zu etablieren versuchen. Sie hoffen, mit effizienteren Züchtungsmethoden und industrieller Produktion die Preise deutlich zu senken und ihre Umsätze zu steigern. In zehn Jahren, so prognostizieren die Autoren einer Studie des britischen Finanzunternehmens Barclays, könnte der europäische und nordamerikanische „insect protein market" einen Wert bis zu acht Milliarden US-Dollar erreichen und damit auch für große Lebensmittelhersteller attraktiv werden.

Anders als in Asien, Afrika, Mittel- und Südamerika wird Entomophagie in Europa und Nordamerika bislang kaum unter kulinarischen Gesichtspunkten betrachtet. Als Zielpublikum in Europa gelten vor allem Konsumenten und

In Europa werden die meisten für den menschlichen Verzehr gezüchteten Mehlwürmer unauffällig oder gänzlich unsichtbar tatsächlich als Mehl enden



GEGRILLT, GEKOCHT, GEDÄMPFT

Zahl der Arten von Insekten und Spinnen, deren Verzehr dokumentiert ist, 2017

kein Verzehr, keine Angaben
1 bis 99
100 bis 199
200 bis 299
300 und mehr

659 Käfer
362 Raupen
321 Ameisen, Bienen, Wespen
278 Heuschrecken
237 Wanzen
61 Libellen
59 Termiten
37 Fliegen
37 Schaben
15 Spinnen
45 andere

Konsumentinnen, die aus ökologischen oder tierethischen Gründen auf den Genuss von Fleisch und von anderen tierischen Produkten verzichten. Anders als bei der Schlachtung von Rindern oder Schweinen fallen die Kaltblütler in Kältekammern in eine natürliche Kältestarre und sterben, ohne dass sie Schmerz oder Stress empfinden.

Zugleich benötigt die Aufzucht von Insekten, die auch in Massen bei den meisten Arten unbedenklich ist, weniger Fläche, Futter, Wasser und Energie als die traditionelle Tierhaltung – zumindest theoretisch. In der Praxis liegen darüber kaum Erfahrungswerte vor, selbst aus den Ländern, in denen Insekten traditionell auf dem Speiseplan stehen. Dort handelt es sich überwiegend immer noch um wild gefangene Exemplare. Zwar werden in China, Südostasien und im südlichen Afrika Insekten auch gezüchtet, bisher aber beträgt der Anteil der Farminsekten nur zwei Prozent.

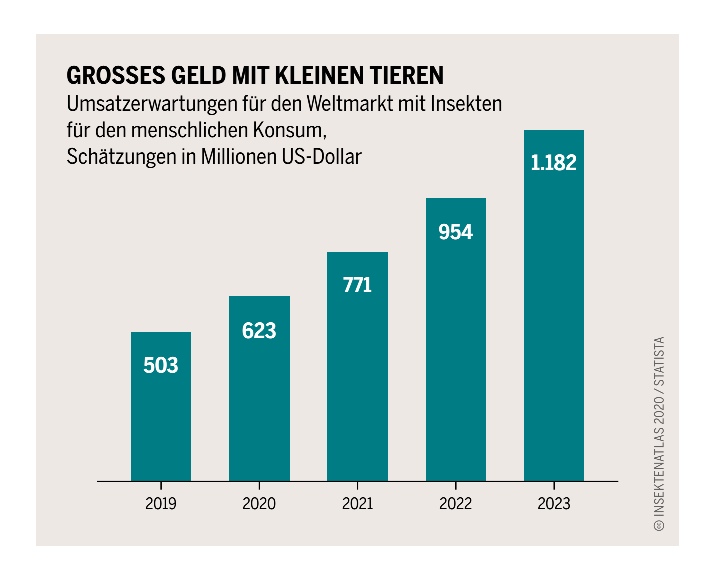
Die meisten Insektenfarmen in Asien werden von Kleinbäuerinnen und Kleinbauern betrieben. Deren Erfahrungen sind auf europäische Verhältnisse oft nicht zu übertragen. Sie züchten ihre Insekten oft nicht in geschlossenen Farmen, sondern sind auf bestimmte Klimaverhältnisse und Ökosysteme wie etwa Mangroven angewiesen. Das gilt insbesondere für viele Käfer und Larven, die kulinarisch interessanter sind als die in Europa derzeit zugelassenen Spezies: etwa die frittierten Wasserkäfer, die im Norden Thailands als ausgesprochene Spezialität gelten, oder Eier von Wasserwanzen, die in Mittel- und Südamerika als „Mexikanischer Kaviar“ verkauft werden.

Die Marktforschung prognostiziert eine Verdopplung des Umsatzes mit essbaren Insekten innerhalb von fünf Jahren

Nur in wenigen Ländern, darunter Deutschland, unterliegen Insekten einem gesellschaftlichen Nahrungsmitteltabu

Der Bedarf an essbaren Insekten steigt. Doch damit könnten die natürlichen Bestände überstrapaziert werden. Befürchtet wird ein Kollaps – vergleichbar mit der Überfischung der Meere. Fraglich ist ohnehin, ob sich der globale Hunger auf Insekten durch industrielle Zucht stillen lässt.

Und schließlich, warnen Expertinnen und Experten, könne man bei der Zucht von Insekten dieselben Fehler wiederholen, die bereits bei Schweinen, Hühnern und Rindern gemacht wurden – und die zum Verlust der genetischen Vielfalt oder auch zu unerwarteten Krankheiten führen und ganze Bestände zerstören können. ●



TIERFUTTER

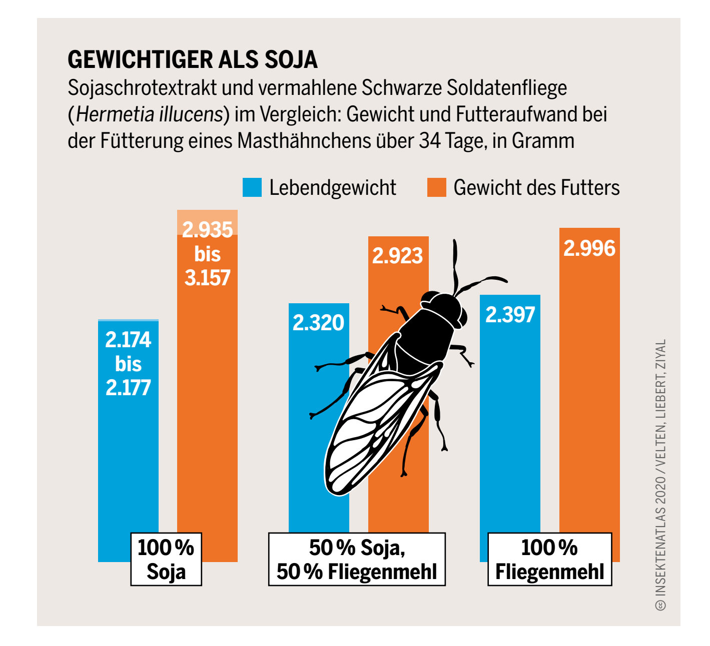
RECHNUNG MIT UNBEKANNTEN

Wirtschaftlich ist Tierfutter aus Insekten bisher ein Nischenprodukt. Wenn damit auch Hühner und Schweine gemästet werden dürfen, wird der Markt boomen. Unklar ist, ob dies auch ökologisch verträglich geht.

Aufgrund ihres hohen Gehalts an Eiweiß und Fetten sind Insekten für viele Tierarten ein wichtiges Nahrungsmittel. Hühner, die im Sand nach Würmern und Maden scharren, sind ein Symbol traditioneller Landwirtschaft. Auch wenn dies heute kaum ein Haltungssystem in den Industrieländern zulässt, so liegt es in der Natur von Hühnern und Schweinen, ihren Lebensraum nach Insekten zu durchsuchen.

In kleinbäuerlich geprägten Teilen Afrikas und Asiens werden die Tiere jedoch häufig noch immer so gehalten, dass sie selbst für ihre Nahrung sorgen. Bäuerinnen und Bauern verfüttern an ihr Geflügel aber auch Termiten und Heuschrecken, die sie selbst im Freiland gesucht haben. Zudem setzen sie Körbe aus, die mit für die Termiten interessantem Material gefüllt sind. Nach mehreren Wochen haben die Insekten diese Körbe besiedelt und werden eingesammelt.

In der industriellen Tierhaltung werden heute Mischungen verfüttert, die Eiweiß in Form von Fischmehl und Soja enthalten. Ein Viertel der globalen Fischfangmenge wird zu Fischmehl und -öl verarbeitet, um dann an Nutztiere verfüttert zu werden, obwohl die Fische größtenteils als Lebensmittel geeignet wären. Das ist kaum zu rechtfertigen, denn viele Meere sind dramatisch überfischt, und mehr als ein Drittel der Weltbevölkerung ist bei der Ernährung auf Fisch angewiesen. Auch die Produktion des meist aus Lateinamerika importierten Sojas hat weitreichende negative ökologische und soziale Effekte.



Das Interesse an Insekten als potenziell nachhaltiger alternativer Eiweißquelle für die industrielle Tierhaltung hat sowohl in der Wissenschaft als auch bei Unternehmen stark zugenommen. Während die Insektenzucht in Afrika eher bäuerlich und klein strukturiert und somit ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist, gibt es in Asien und Europa auch Initiativen zur Zucht in industriellem Maßstab. Es ist fraglich, ob die Insektenproduktion einen substanziellen Beitrag als Futtermittel liefern kann. Auch ist weder die ökonomische noch die ökologische Rentabilität geklärt. Hinzu kommt, dass der ökologische Nutzen von Insekten als Futtermittel die gravierenden ökologischen Schäden der industriellen Tierhaltung nur wenig verbessern würde.

Derzeit rentiert sich die Verfütterung von Insekten in der industriellen Tierhaltung nur bedingt. Das liegt unter anderem daran, dass Insekten in der EU als Nutztiere gelten und daher nur an Haustiere und Zuchtfische verfüttert werden dürfen. Denn Insektenmehl ist Tiermehl, und alle Arten davon dürfen Nutztieren nicht mehr als Nahrung dienen, seit sich herausstellte, dass die Verfütterung infektiösen Knochenmehls an Rinder zum tödlichen Rinderwahnsinn (BSE) führte. Mehrere Hundert Menschen starben durch den Verzehr von BSE-verseuchtem Rindfleisch an einer neuen Variante der Creuzfeldt-Jakob-Krankheit. Einige Insektenlobbyisten fordern nun, die Verfütterung an Geflügel und Schweine freizugeben, denn diese Tiere seien Allesfresser und Insekten würden ohnehin auf ihrem Speiseplan stehen.

Der ökonomische und der ökologische Nutzen hängt auch davon ab, um welche Insektenart es sich handelt, wie die Tiere ernährt und wie sie gehalten werden. Werden Insekten mit Produkten ernährt, die anderweitig schlecht oder nicht verwertbar sind – zum Beispiel Reststoffe der landwirtschaftlichen Produktion –, beeinflusst dies die Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit positiv. Weil Insekten in der EU aber als Nutztiere gelten, dürfen auch sie nicht mit Speiseabfällen gefüttert werden, da diese immer tierische Bestandteile enthalten können. Auch reichen die Mengen bei Weitem nicht aus. Zusätzlichen Nutzen könnte der Einsatz von Insekten aber bringen, wenn sie das Volumen verschiedener biogener Abfälle deutlich reduzieren, die gesundheitliche Gefährdung durch Bakterien und Viren in Abfällen senken und wenn sie Lebensmittelabfälle zu wertvollen Substraten aufwerten, die sich als Futtermittel eignen.

Insektenarten, die sich leicht vermehren lassen und deren Larven von Natur aus in organischem Material, in Abfällen und in tierischen und menschlichen Ausscheidungen leben, eignen sich für eine Zucht. Ein Beispiel dafür ist die Schwarze Soldatenfliege, englisch „Black Soldier Fly“ (BSF). Ihre Larve kann biogene Abfälle effizient in eigene Körpergewebe umwandeln. Das körpereigene Eiweiß der BSF-Lar-

Die Madenmehl-Produzenten loben ihr umweltfreundliches Produkt. Das macht allerdings Schnellmastgeflügel noch nicht zum ökologischen Erzeugnis

START-UPS UND ALTE HASEN

Größere Hersteller von Tierfutter aus Insekten, Firmensitz und Gründungsjahr, Hauptprodukte, Auswahl, 2019

Enterra Feed 2007 – Vancouver
Beta Hatch 2015 – Seattle
EnviroFlight 2009 – Yellow Springs
Protix 2009
Nusect 2004
Kreca Ento-Feed 1981
Hexafly 2016 – Kells
HiProMine 2015 – Robakowo
Ynsect 2011
nextProtein 2015
InnovaFeed 2016
Mutatec 2015
Ermelo, Dongen, Deerlijk, Paris, Châteaurenard
Entomotech 2012 – Almería
HaoCheng Mealworm 2002 – Xiangtan
Entobel 2013 – Ho Chi Minh City
Nutrition Technologies 2014 – Senai
Protenga 2016 – Singapur
AgriProtein 2008/14 – Philippi

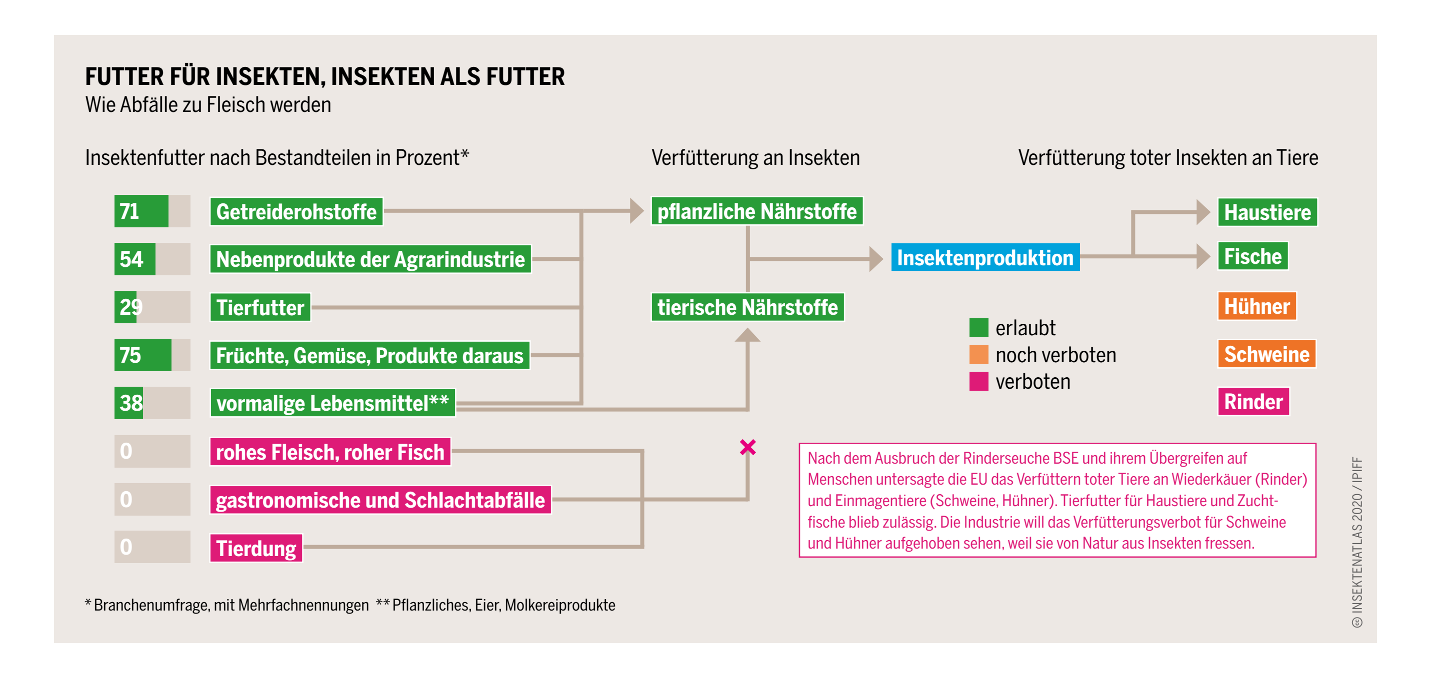
Hauptprodukte
Schwarze Soldatenfliege
Mehlwürmer
mehrere

ven weist eine ernährungsphysiologisch sehr hohe Qualität auf und könnte das in der Fischzucht verwendete Fischmehl ersetzen – und auch das in der Geflügel- und Schweinezucht verwendete Soja.

Allerdings fehlt es noch an Forschung, Erfahrung und Debatten. So müssen Zuchten auf ihre Nachhaltigkeit hin bewertet werden. Zu klären ist auch die Nachnutzung von Resten wie den Ausscheidungen der Insekten. Ferner muss die Zucht unter ethischen Gesichtspunkten bewertet werden, ebenso das Risiko von Exemplaren, die aus der Zucht entkommen und sich in Freiheit vermehren. Erst nach der Klärung vieler Fragen – von der Tauglichkeit als Futterersatz bis zur möglichen Gefährdung von Ökosystemen – wird es möglich sein, die Nachhaltigkeit von Insekten als Futtermittel fundiert zu beurteilen. ●

Mit Futterinsekten günstiger als Soja und Fischmehl werden – das ist das erklärte Ziel der vielen Firmen weltweit, die an besseren Produktionsprozessen herumtüfteln

Nach dem schlampigen Umgang der Behörden mit dem Rinderwahnsinn werden nun die Gefahren des Tierfutters aus toten Insekten besonders intensiv geprüft



IMKEREI

EIN LEBEN FÜR POLLEN UND HONIG

Bienen erzeugen Honig, Wachs und Gelée Royale, sorgen für die Bestäubung von Nutzpflanzen und für Einkommen aus der Imkerei. Aber viele Arten sind gefährdet – sofern man überhaupt etwas über sie weiß.

Menschen schätzen Honig seit Tausenden von Jahren als süßes und gesundes Nahrungsmittel. Von etwa 20.000 Bienenarten sind nur sieben für die Honigproduktion von größerer Bedeutung. Die mit Abstand wichtigste ist die Westliche Honigbiene *(Apis mellifera)*. In der Natur nisten ihre Völker in Baumhöhlen.

Der Mensch bietet ihnen mit Bienenstöcken alternative Quartiere an, die auf ihre Bedürfnisse optimiert sind. Die Insekten nutzen sie gerne, zumal Imkerinnen und Imker auch für mehr Schutz vor natürlichen Feinden und dem Wetter sorgen. Dafür profitieren die Menschen von ihrer Arbeit. Herausnehmbare Rahmen erlauben es, die Waben mit dem Honig zu entnehmen, ohne den gesamten Stock zu zerstören. Doch trotz aller Imkerei sind Bienen Wildtiere geblieben, die allenfalls als halbdomestiziert gelten können.

Honig hat eine große wirtschaftliche Bedeutung. 1,6 Millionen Tonnen werden weltweit jährlich erzeugt und rund 300.000 Tonnen davon international gehandelt, Tendenz steigend. Der größte Abnehmer ist die EU, die allein 200.000 Tonnen importiert. In Deutschland werden jährlich rund 100.000 Tonnen verzehrt, mehr als ein Kilogramm pro Kopf. Nur ein Fünftel bis ein Viertel dieser Menge stammt von hiesigen Bienenvölkern.

Das wichtigste Land unter den Honigproduzenten ist China mit einem Jahresertrag von 500.000 Tonnen. Auf Platz zwei steht die EU. Hier betreuen 600.000 Imkerinnen und Imker etwa 17 Millionen Bienenstöcke und stellen damit mehr als 230.000 Tonnen Honig her. Es folgt mit etwas über 100.000 Tonnen die Türkei. Auch Mexiko, Russland, die USA, Argentinien und die Ukraine sind bedeutende Erzeugerländer.

Neben Honig erzeugen die Bienen noch weitere wirtschaftlich bedeutsame Naturprodukte. Das Wachs, aus dem sie ihre Waben anlegen, wird in Südostasien beim Batikdruck und insbesondere von der katholischen Kirche für die Herstellung von Kerzen eingesetzt. Die Bienen produzieren das Harz, Propolis, um im Stock Lücken zwischen den Waben zu verschließen. Ihm wird nachgesagt, besonders gesund zu sein. Gleiches gilt für den von den Bienen gesammelten Pollen und das Gelée Royale, ein speziell für die Königin produzierter Nährsaft. Obwohl seine Wirkung wissenschaftlich nicht erwiesen ist, sind Produkte daraus sehr beliebt und werden hauptsächlich über Reformhäuser vertrieben.

Der eigentliche wirtschaftliche Wert der Imkerei ist allerdings eher ein Kollateralnutzen. Nur dank der Bestäubungsarbeit der Bienen können zahlreiche Pflanzen angebaut werden: Äpfel, Nüsse, Mandeln, Erdbeeren, Kirschen, Gurken, Melonen, Pfirsiche, Kürbisse, Spargel, Brokkoli, Mohrrüben, Blumenkohl, Zwiebeln und viele andere mehr. Bei manchen Getreidearten und auch bei Weintrauben, Rüben und Oliven sorgt die Bestäubung durch Bienen für eine erhebliche Steigerung der Erträge. In der EU hängen 84 Prozent der Pflanzenarten und damit 76 Prozent der Lebensmittelerzeugung von Bienen ab. Das entspricht einem wirtschaftlichen Wert von 14,2 Milliarden Euro jährlich.

Weil Bienenstöcke problemlos zu transportieren und Bienenvölker leicht umzusiedeln sind, haben sich an manchen Orten Wanderimkereien etabliert. So können die Tiere immer dort wirken, wo sie gerade benötigt werden und das Klima günstig ist. Besonders weite Wege legen Wanderimkerinnen und -imker in den USA zurück. Im Winter fahren sie ihre Völker mit großen Lastwagen aus den nördlichen Bundesstaaten oder dem Mittleren Westen nach Kalifornien, wo sie in den Orangenhainen eingesetzt werden, die zu dieser Zeit blühen. Auch in Ländern des Südens wirken Bienen positiv. Sie sorgen – neben anderen Bestäubern – für signifikant höhere Ernten in den kleinbäuerlichen Betrie-

KLIMAWANDEL ALS SCHWACHMACHER

Proteingehalt und Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis in Pollen der Kanadischen Goldrute als Futterpflanze nordamerikanischer Honigbienen

Verhältnis
Prozent
geschätzter Proteingehalt
Anteil des Kohlenstoffs am Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis
CO_2-Gehalt in der Atmosphäre, Teilchen pro Million
280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400
vorindustriell 1910 1965 1981 1995 2006 2016

Die Pollen der im Herbst blühenden Kanadischen Goldrute gelten als notwendig, damit nordamerikanische Honigbienen über den Winter kommen. Die Analyse von Goldrutenpollen, die zwischen 1842 und 2014 gesammelt worden waren, ergab, dass bei steigendem CO_2-Gehalt in der Atmosphäre und steigendem Kohlenstoff- gegenüber Stickstoffanteil der Pollen deren Proteingehalt sinkt. Der Verlust von einem Drittel seines Ausgangswertes kann die Bienen tödlich schwächen.

Befund gilt auch für Hummeln *(Bombus spp.)*

Schlecht ernährten Bienen setzt Umweltstress stärker zu, sie werden für Krankheiten und Parasiten anfälliger und bauen Pestizide langsamer ab

WELTMARKT DER BIENEN

Top 8 der honigproduzierenden Länder weltweit, Preise für Honigimporte in die EU und Entwicklung der Zahl der Bienenstöcke in der EU

Produktion in 1.000 Tonnen, 2017
EU-Importpreise in Euro pro Kilogramm, 2018

China 543 (1,30) · EU 230 · Türkei 114 · Argentinien 76 (2,34) · Iran 70 · USA 67 · Russland 66 · Ukraine 66 (1,83) · Mexiko 2,82 · Kuba 2,40 · Chile 2,96 · Brasilien 3,34 · Uruguay 2,26

EU-Gesamtimporte, 2018: 207

Zahl der Bienenstöcke in der EU, in Millionen

2004–06	2008–10	2011–13	2014–16	2017	2018
11,6	13,6	14,0	15,7	16,7	17,6

© INSEKTENATLAS 2020 / EC

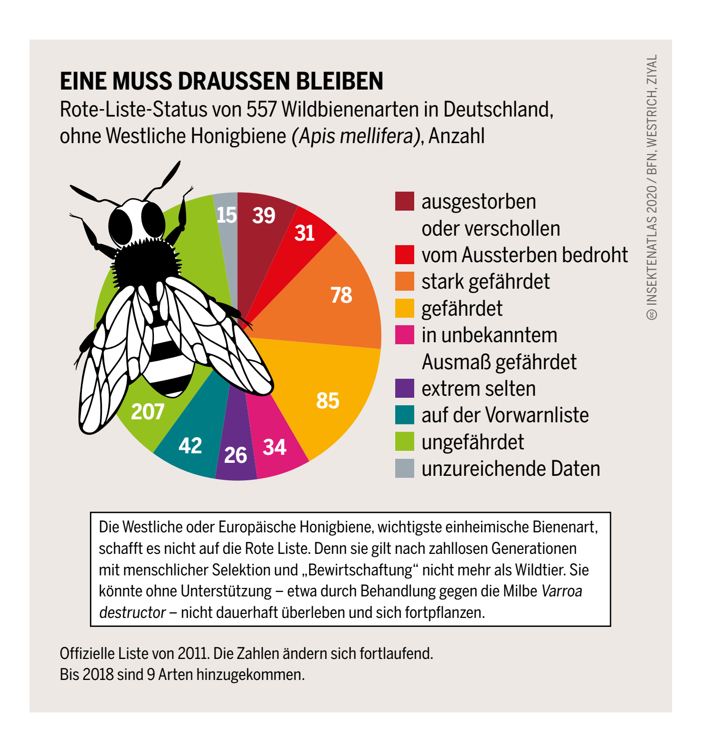
Im Vergleich zeigt sich, über welche Preisvorteile der Honig aus China verfügt – daher das verbreitete Misstrauen gegenüber seiner Herstellung

ben. Bis zu einem Viertel Mehrertrag bringt ein Feld, nachdem Bienen dort ihre Arbeit erledigt haben. Sie tragen damit erheblich zur globalen Nahrungsversorgung bei, denn zwei Milliarden Menschen sind direkt von den Erträgen der Kleinbetriebe abhängig.

In Entwicklungsländern kann die Imkerei vor allem im ländlichen Raum eine bedeutende Einkommensquelle darstellen und gleichzeitig von großem Nutzen für die lokalen Ökosysteme sein. Sie bietet sich an, weil sie mit vergleichsweise geringen Kosten und kleinem technischen Aufwand betrieben wird. Außerdem wird dafür kein eigenes Land benötigt. Daher kann die Produktion von Honig für Frauen, die generell viel seltener Land besitzen als Männer, eine Einkommensquelle sein. Auch ist Imkerei weniger stark von Wetterlaunen abhängig als viele andere Landwirtschaftszweige.

Imkerei in Entwicklungsländern wird systematisch von der Welternährungsorganisation FAO und von Nichtregierungsorganisationen wie „Bees for Development" gefördert. Interessierte Einsteiger in Entwicklungsländern, in denen Imkerei bislang wenig verbreitet ist, erhalten Starterkits aus Bienenstöcken, Schutzanzug und Imkereiwerkzeugen, vor allem aber das nötige Fachwissen. So konnte in den vergangenen Jahren die Bienenhaltung in vielen Regionen Afrikas, Asiens und Lateinamerikas etabliert oder ausgeweitet und so die örtliche Wirtschaft gefördert werden.

Ein Beispiel ist Somalia, wo Kleinbauern traditionell überwiegend auf Viehhaltung setzen. Die Honigproduktion eines hauptberuflichen Imkers mit 150 Bienenstöcken kann dort aber bereits den Gegenwert von 530 Ziegen erbringen. Ein somalisches Sprichwort für Menschen, die sich einem Gegenstand mit besonderer Leidenschaft und großem Wissen widmen, lautet anerkennend: „Er wurde mit einer Biene geboren."



Rund die Hälfte aller Bienenarten in Deutschland ist in den Gefährdungsklassen der Roten Liste aufgeführt, die 2011 erschien

GENDER

MIT „MINI-VIEH“ GEGEN DIE ARMUT

In armen Ländern bietet das Sammeln, Verarbeiten und Verkaufen nahrhafter Insekten den Frauen ein Zusatzeinkommen. Doch wenn zu viele der Tiere gesammelt werden, ist das nicht nachhaltig.

Mehr als 821 Millionen Menschen weltweit hungerten im Jahr 2018, und viele weitere waren nicht ausreichend mit den wichtigsten Nährstoffen versorgt. Frauen in den ländlichen Regionen des Südens sind besonders häufig unter- oder mangelernährt, weil sie häufig geringere Einkommen haben als Männer. Infolge männlich geprägter sozialer Normen und gesetzlicher Ungleichbehandlung etwa im Ehe- und Erbrecht haben Frauen häufig schlechteren Zugang zu Land, aber auch zu Informationen, Kapital und Krediten – was ihnen die landwirtschaftliche Produktion erschwert.

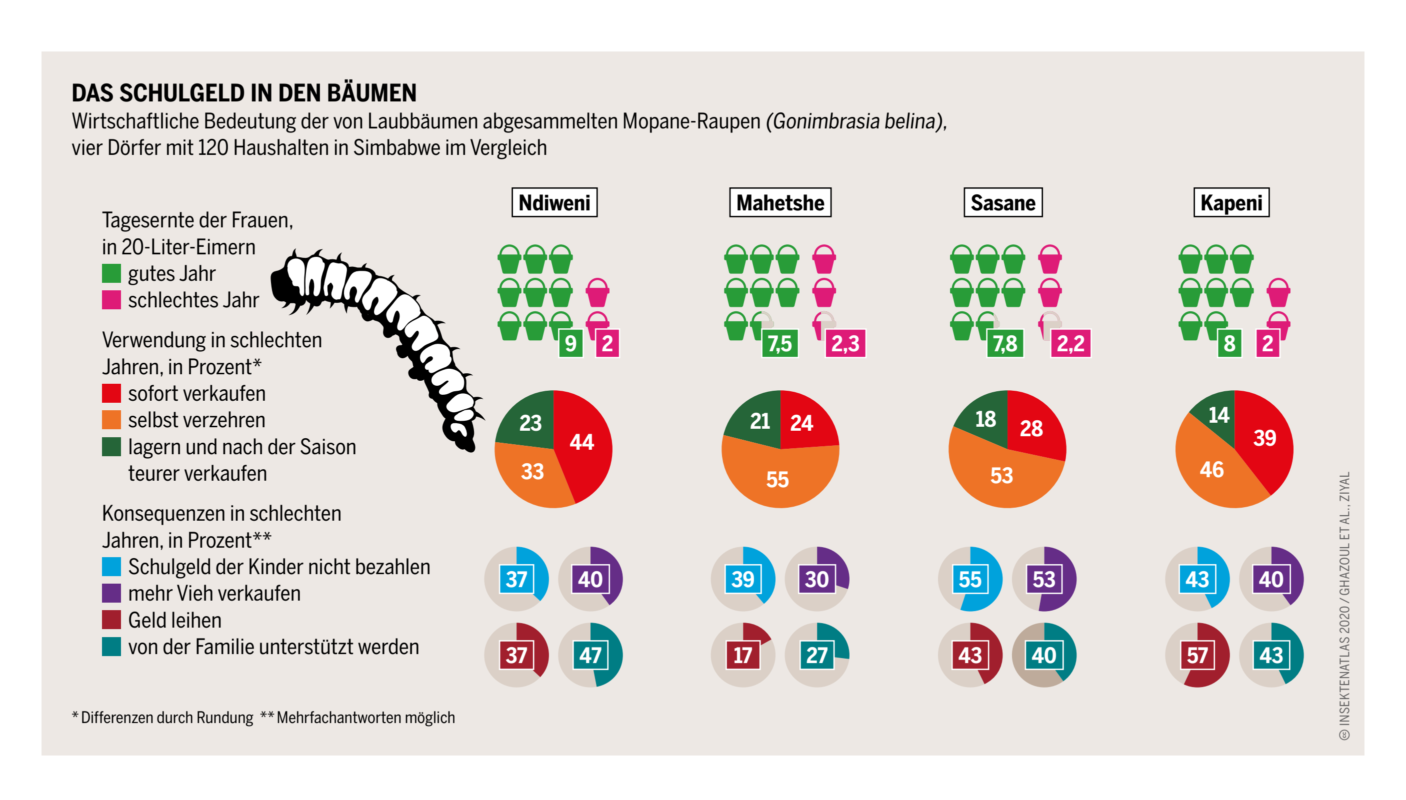
Ein Bericht der Welternährungsorganisation FAO wies 2013 darauf hin, dass die Zucht und auch die Vermarktung von essbaren Insekten besonders armen Frauen die Chance gibt, ihre Ernährungs- und Einkommenssituation zu verbessern. Denn im Vergleich zu anderen Nutztieren braucht es wenig Land, Wasser, Futter und Arbeitszeit, um aus Insekten Lebensmittel zu erzeugen, die ähnliche Nährstoffe wie Fleisch haben und sich gut verkaufen lassen.

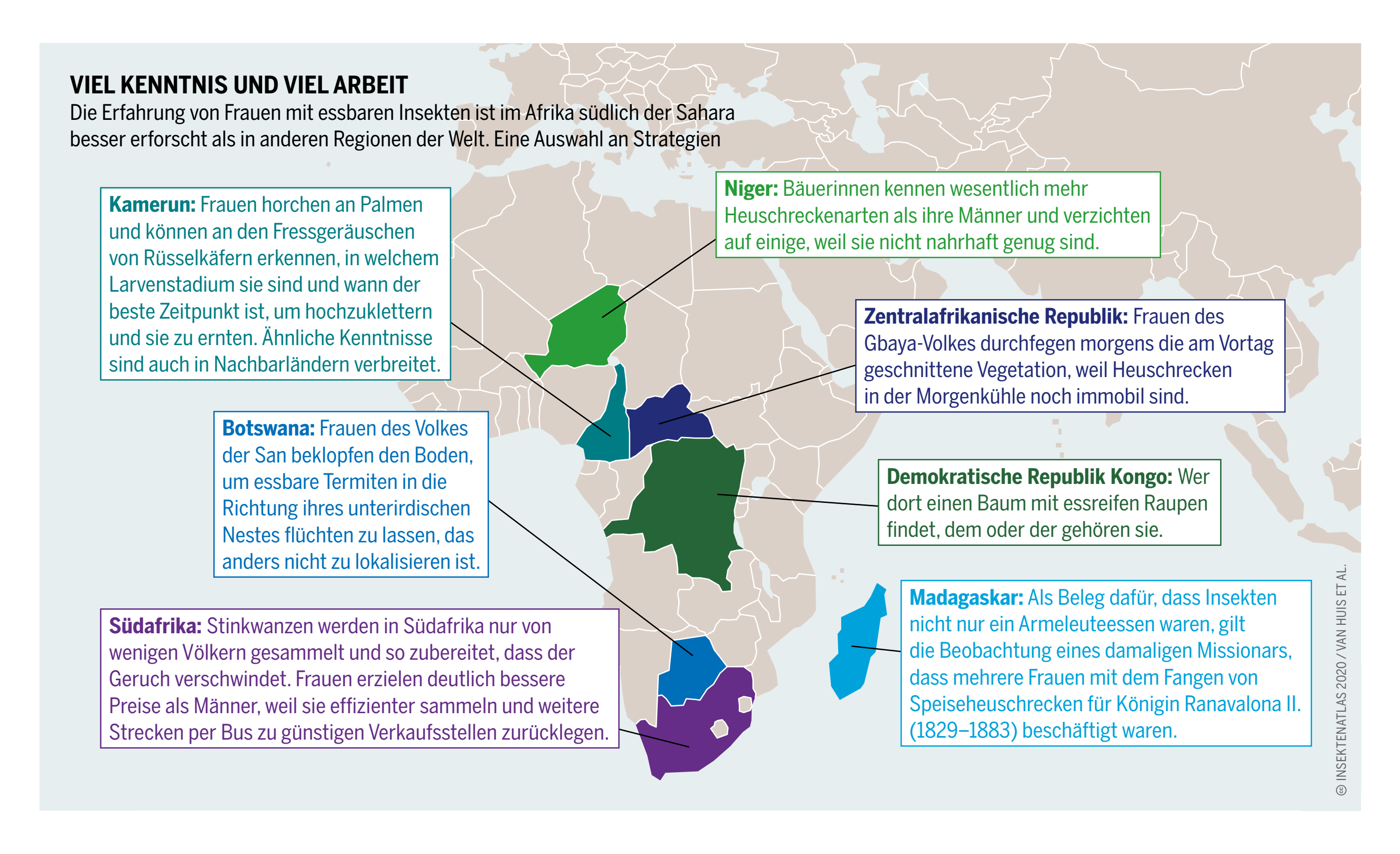
Die Ernährung mit Insekten zu ergänzen kann auch für eine ausgewogene Nährstoffversorgung der Frauen selbst wichtig sein. In traditionell männlich geprägten Kulturen dürfen zuerst die Männer und erst anschließend die Frauen Fleisch essen. Selbst wenn sie schwanger sind oder stillen und dann eigentlich mehr Proteine und Eisen brauchen als Männer, bekommen Frauen weniger von diesem raren und teuren Lebensmittel. In Teilen des brasilianischen Bundesstaates Amazonas erhalten indigene Frauen 26 Prozent ihres Proteins durch den Verzehr von Insekten, bei Männern sind es nur 12 Prozent, stellte eine Studie schon 1996 fest.

Schätzungsweise zwei Milliarden Menschen weltweit leben in sozialen Gemeinschaften, in denen der Konsum von Insekten verbreitet ist. Viele werden von Frauen gesammelt oder gezüchtet. „Waldprodukte, nicht aus Holz“ – eine statistische Kategorie, die auch die Insekten umfasst – werden in Kamerun zu 94 Prozent von Frauen zusammengetragen, produziert und gehandelt. Fast ausschließlich Frauen und Kinder sammeln die Mopane-Raupe, die in Sambia, Zimbabwe, Botswana, Namibia und Südafrika zu den verbreiteten Nahrungsmitteln gehört. Auch das aufwendige Säubern der Innereien der Raupe gehört zu ihrer Arbeit. Die Vermarktung der Tiere auf lokalen Märkten leistet einen wichtigen Beitrag zu dem Einkommen der Frauen. In Südafrika beläuft er sich auf bis zu 160 US-Dollar im Monat, etwa 30 Prozent eines Haushaltseinkommens. Den lukrativen Fernhandel über die Ländergrenzen hinweg übernehmen jedoch meist Männer, weil die Frauen keinen Zugang zu den passenden Transportmitteln haben.

Bis zur Jahrtausendwende wurde die überwiegende Mehrheit der konsumierten Insekten in der Wildnis ge-

Im südlichen Afrika sind Mopane-Raupen ein wichtiger Teil der von Frauen geprägten, verletzlichen Agrarökonomie. Bleiben die Tiere aus, bedeutet das Krise





sammelt. Allerdings garantiert das kein sicheres Einkommen, da viele Arten nur saisonal und in stark schwankenden Mengen verfügbar sind. Eine übermäßige „Ernte“ der Insekten schädigt zudem den Wald und kann dazu führen, dass Insektenpopulationen zusammenbrechen und sie als Nahrung ausfallen. Gut dokumentiert ist das wieder für die Mopane-Raupen. Weil sie intensiv gesammelt und die Futterbäume dann für Feuerholz geschlagen wurden, geht der Bestand inzwischen deutlich zurück.

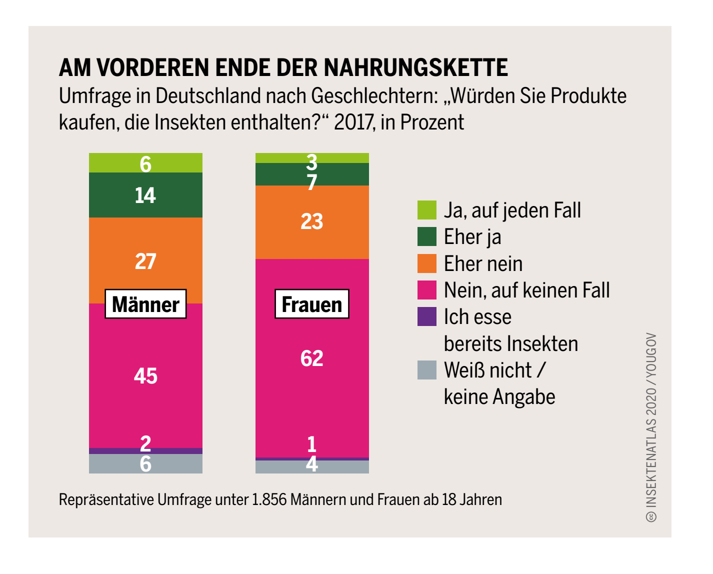
Weil der Markt für Insekten wächst, bietet ihre Zucht – im Englischen als „mini livestock“, also Mini-Viehzucht bezeichnet – einen sichereren Zugang zu Proteinen und ein stabiles Einkommen. Viele Landwirtinnen und Landwirte führen sie als zusätzlichen Betriebszweig ein und diversifizieren so ihre Produktion. In Thailand verdienen inzwischen mehr als 20.000 Landwirtinnen und Landwirte zusätzlich an der Produktion von Grillen. Während der Konsum von Insekten dort eine lange Tradition hat, etabliert sich die Zucht erst seit Mitte der 1990er-Jahre.

Wegen des geringen Aufwandes eignet sich die Insektenzucht besonders für ärmere Frauen. Auch die recht kurzen Lebenszyklen der Tiere sind für sie von Vorteil, weil dadurch wenig Zeit zwischen Investition und Einkommen liegt. Nach 45 Tagen können sie neue Grillen verkaufen. Das Einkommen richtet sich nach Angebot, Nachfrage und Vermarktungsmöglichkeiten. Eine Landwirtin gab an, zusätzliche 400 Euro im Monat zur Verfügung zu haben. Im indonesischen Papua bringt ein Beutel mit 100 bis 120 Larven des Palmkäfers auf den lokalen Märkten umgerechnet etwas über 2,10 US-Dollar, so viel wie 20 Hühnereier oder 3 Kilogramm Reis kosten.

So sehr Insekten als Nahrungsmittel in vielen Teilen der Welt Sache von Frauen sind – in Deutschland ist es nicht so

Vom lukrativen Groß- und Fernhandel abgesehen, liegt das Wirtschaften mit Insekten als Nahrungsmittel im südlichen Afrika überwiegend in Frauenhand

Wegen der guten Chancen für Frauen mit sehr geringen Einkommen fördern immer mehr Initiativen die Insektenzucht, um Armut zu bekämpfen. In Guatemala haben drei Frauen das MealFlour-Projekt gegen die Unternährung in den westlichen Highlands ins Leben gerufen. Die Region leidet an chronischem Proteinmangel, weil Fleisch für die meisten Familien viel zu teuer ist. MealFlour zeigt, wie Mehlwürmer gezüchtet, gehalten, zu Mehl verarbeitet und dann zu Fladen verbacken werden. Das führt zu einer besseren familiären Ernährung, außerdem profitieren die Frauen von dem Verkauf auf Märkten. So bessern sie ihr Einkommen auf – in einem Land, in dem Mangelernährung so häufig auftritt wie nirgends sonst in Lateinamerika. ●



VOLLMUNDIGE VERSPRECHEN UND UNZULÄNGLICHE TATEN

Das dramatische Insektensterben und seine möglichen Auswirkungen auf Mensch und Natur sind wissenschaftlich belegt. Doch die Politik reagiert nur zögerlich und scheut zu häufig den Konflikt mit der Agrarindustrie.

Auf der Tagesordnung des Erdgipfels in Rio de Janeiro 1992 stand nicht nur der Klimaschutz, sondern auch die Artenvielfalt. Um sie weltweit zu erhalten, wurde die Biodiversitätskonvention geschaffen. Mit ihren mehr als 160 Vertragsstaaten ist sie das umfassendste internationale Abkommen zum Schutz der Natur und der natürlichen Ressourcen. Doch trotz einzelner Fortschritte konnte das Ziel, den Verlust der biologischen Vielfalt bis 2010 zu stoppen, nicht erreicht werden. Und heute ist absehbar, dass auch die Verlängerung der Frist bis 2020 nicht reichen wird.

2012 entstand der Weltbiodiversitätsrat (IPBES), um die Politik bei dem Thema biologische Vielfalt und Ökosystemleistungen wissenschaftlich zu beraten. Sein erster Bericht von 2016 analysierte die Situation von Bestäubern, Bestäubung und Nahrungsmittelproduktion. Er stellte einen weltweit dramatischen Rückgang von Blütenbestäubern fest, sowohl bei der Vielfalt als auch bei der Häufigkeit der Arten. Als besonders gefährlich für die Insekten benannte der IPBES die intensive Landwirtschaft und den damit verbundenen Pestizideinsatz.

Daraufhin gründete sich noch 2016 eine Initiative mehrerer Staaten zur Förderung der Bestäuber, die sich selbst als „Koalition der Willigen“ bezeichnete: „Promote Pollinators – Coalition of the willing on pollinators“. Ziel ihrer Mitglieder ist, den Schutz der Bestäuber auf die internationale politische Agenda zu setzen. Sie verpflichten sich zudem, eine nationale Strategie zum Schutz ihrer eigenen Bestäuber zu entwickeln und sich regelmäßig darüber auszutauschen, welche Erfahrungen sie sammeln. Ziele sind, ein Monitoring aufzubauen und Forschung, Informationskampagnen und Schutzmaßnahmen für Insekten und ihre Lebensräume zu planen, auszuweiten und zu etablieren. Obwohl der Einstieg nicht anspruchsvoll ist und den Nationen einen Gestaltungsraum lässt, hat die Koalition bislang erst knapp 30 Mitglieder, darunter Deutschland und die EU, aber auch Äthiopien und Kolumbien.

Im Rahmen von „Promote Pollinators“ entstanden auch die EU-Initiative für Bestäuber und das Deutsche Aktionsprogramm Insektenschutz, beide unter anderem mit dem Ziel, den Einsatz von Pestiziden zurückzufahren. Die Umweltverbände bewerten das von der Bundesregierung verabschiedete Aktionsprogramm als zu unkonkret und zu wenig ambitioniert, um eine Wende beim Insektensterben zu erreichen. Der Deutsche Bauernverband hingegen lehnt das Aktionsprogramm als zu weitreichend und zu verbindlich ab. Vor allem kritisiert er, dass die Pestizide in Schutzgebieten und an Flussläufen nur noch eingeschränkt verwendet werden sollen. Der Verband möchte weiter auf freiwillige Maßnahmen seiner Mitglieder setzen. Bisher sind sowohl das Vorhaben der Kommission als auch das der Bundesregierung reine Willenserklärungen. Um wirksam zu werden, müssten sie in Gesetze und Verordnungen umgesetzt werden.

Wie schwierig das ist, zeigen die aktuellen Verhandlungen um die neue Reform der EU-Agrarpolitik. Alle sieben Jahre wird das Fördersystem überarbeitet. Zivilgesellschaftliche Organisationen fordern seit Jahren, dass die jährlich fast 60 Milliarden Euro, mit denen die EU die Landwirtschaft unterstützt, an Umweltziele gekoppelt werden, um die landwirtschaftlichen Betriebe für Arten-, Klima- und Tierschutz zu entlohnen. Doch der von der EU-Kommission vorgelegte Reformvorschlag ist unzureichend, sowohl beim Insektenschutz selbst als auch bei den allgemeineren Verpflichtun-

NACH NORDEN – ODER STERBEN

Verluste an Lebensraum von 56 Arten europäischer Hummeln beim Drei-Grad-Szenario* des Weltklimarates bis zum Jahr 2100

Flächenverluste
85–95 %
70–85 %
50–70 %
unter 50 %
Flächengewinn

mobil (mit dem Temperaturanstieg nach Norden wandernd): 1,8 / 3,6 / 25,5 / 58,2 / 10,9

immobil (mangels Ausweichflächen im bisherigen Lebensraum verbleibend): 5,5 / 12,7 / 47,3 / 34,6

* weltweiter durchschnittlicher Anstieg der Temperatur

Die europäischen Hummeln sind besser an kühle Regionen angepasst als Bienen. Daher leiden sie unter steigenden Temperaturen besonders

GRUNDLAGEN FÜR DIE POLITIKBERATUNG

Einzelne und kombinierte Einflüsse auf Bestäuber und Bestäubungshäufigkeit, vereinfachte Überblicksdarstellung des Weltbiodiversitätsrates (IPBES), 2017

Anzahl und Häufigkeit der Bestäuber
nimmt eher ab
nimmt eher zu
beide Trends

Fruchtwechsel
Pestizide, konventionell, intensiv
Landnutzung einschl. Landwirtschaft
organisch, kleine Einheiten, vielfältig

Klimawandel
Verschiebung geeigneter Habitate von Wildpflanzen, Ackerkulturen und Bestäubern

Wildbestäuber

höhere direkte Sterblichkeit
höhere Anfälligkeit durch Krankheiten
Chemikalien, Schadstoffe, Krankheiten

Verdrängung einheimischer Arten
neue Nahrungs-quellen
invasive Arten
Verlust oder Zunahme von Nistplätzen
neue Räuber und neue Krankheiten

einheimische Wild- und Kulturpflanzen

Bienen
angestrebte Bestäubung
Krankheiten
Konkurrenz mit Wildbestäubern um Nahrung und Nistplätze
Nektar-verluste

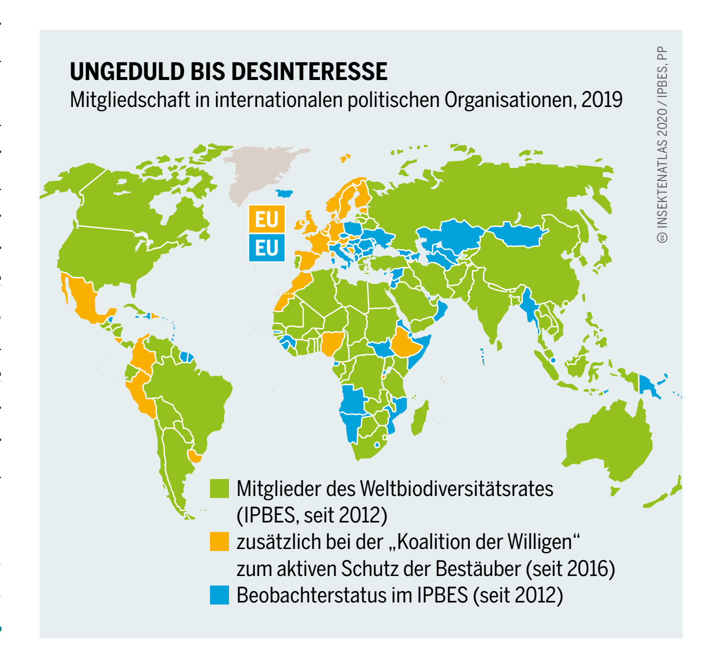
Die aufgeführten Positiv- und Negativtrends gelten als Stand der Wissenschaft und zeigen die Folgen der Agrar-, Umwelt- und Klimapolitik für die Biodiversität

gen zum Schutz von Klima und Biodiversität. Weiterhin wird das meiste Geld als Pro-Hektar-Zahlung überwiesen, ohne dass die EU für diese öffentlichen Gelder einen konkreten Gegenwert verlangt.

Die EU setzt weiterhin auf ein falsches Rezept: Wer viel Fläche hat, bekommt viel Geld. Sie formuliert weder konkrete Ziele für den Arten- und Klimaschutz, noch verpflichtet sie die Mitgliedsstaaten, einen bestimmten Anteil der Agrarförderung für ökologische Ziele einzusetzen. Umweltinitiativen und Fachleute verlangen hingegen, dass auf mindestens zehn Prozent der Fläche Strukturelemente wie Hecken oder Blühstreifen angelegt werden, um Lebensräume für Insekten zu schaffen und Biotope zu vernetzen. Außerdem sollen die Mittel der EU genutzt werden, um den ökologischen Landbau EU-weit zu fördern.

Der Konflikt zwischen dem Schutz der Insekten und den Interessen der Agrarindustrie ist auch bei der Überarbeitung der EU-Bienenleitlinie zu erkennen. 2008 kam es am Oberrhein nach dem Einsatz von Insektiziden aus der Gruppe der Neonikotinoide zu einem dramatischen Bienensterben. Als Konsequenz beauftragte die EU-Kommission die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), die Bewertungsmethoden für die Zulassung von Pestiziden zu überarbeiten. Damit sollten ihre Auswirkungen auf die Umwelt und insbesondere auf Bestäuber besser und verpflichtend bewertet werden. Die daraus resultierende Bienenleitlinie wurde einmal modellhaft angewendet und führte dazu, dass die EU den Einsatz von drei Neonikotinoiden im Freiland verbot. Doch trotz oder gerade wegen dieses positiven Ergebnisses verabschiedeten die EU-Mitgliedsstaaten im Sommer 2019 nur eine abgeschwächte Version der Bienenleitlinie und lockerten damit sogar die bislang gültigen Zulassungsstandards, statt sie – wie notwendig – zu verschärfen.

Die Mitgliedschaft in internationalen Organisationen garantiert noch keine angemessene nationale Politik. Ein Schritt dorthin ist sie dennoch – und ohne Alternative



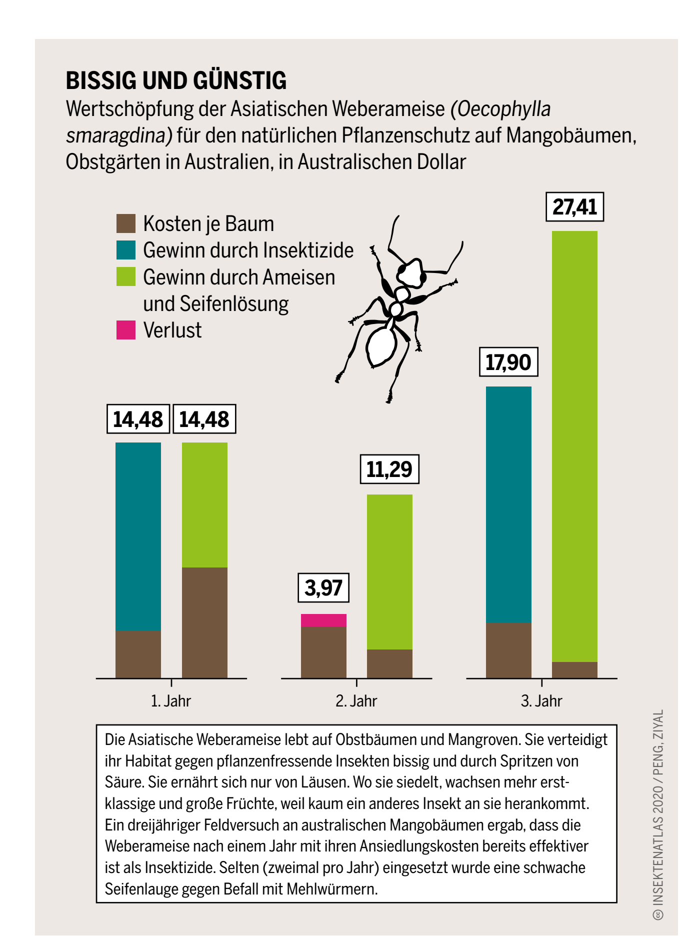
ÖKONOMIE

MIT ODER OHNE PREISSCHILD

Ob sich der Wert der Natur in Geld ausdrücken lässt, ist umstritten. Versucht wird es, um Regierungen von der Notwendigkeit des Handelns zu überzeugen. Doch sehr erfolgreich ist das nicht.

Ende November 2019 startete die Europäische Bürgerinitiative „Save Bees and Farmers“. Sie fordert, aus dem Gebrauch von Pestiziden Schritt für Schritt auszusteigen, die Biodiversität in Agrarlandschaften besonders zu fördern sowie Bauern und Bäuerinnen zu unterstützen, die Insekten besser schützen wollen. Zufällig zur selben Zeit demonstrierten in Berlin viele Tausend Landwirtinnen und Landwirte mit ihren Treckern gegen strengere Umweltauflagen – also das genaue Gegenteil.

Landwirtschaft und Insektenschutz sind in vielen Fällen nicht leicht zu verbinden. Doch langfristig lohnt es sich. Der globale ökonomische Wert der Bestäubung wird auf eine Summe von 235 bis 577 Milliarden US-Dollar im Jahr geschätzt. In der EU sind etwa 12 Prozent der Jahresgewinne im Agrarsektor von ihr abhängig. Für Deutschland wird sogar ein Anteil von 13 Prozent geschätzt, was Verluste von etwa 1,1 Milliarden Euro zur Folge hätte, gäbe es diese Leistung der Insekten nicht mehr.



Während eine Infektion zu höheren Pestizidkosten und Verlusten führte, sorgten die Ameisen mit widerstandsfähigen Früchten für eine gute Ernte

Die meisten Studien über den ökonomischen Wert der Insekten untersuchen deren Bestäubungsleistung. Das hat einen einfachen Grund: Wenn sie diese Arbeit nicht mehr verrichten, fallen Marktprodukte weg – und über deren Preis kann ein Verlust am leichtesten berechnet werden. Auch die Leistung der Mistkäfer für den Abbau von Viehdung oder die der Marienkäfer für den Pflanzenschutz hat einen großen finanziellen Wert. Letzterer liegt jährlich für die USA bei mehr als 4,5 Milliarden US-Dollar. Auch die Industrieländer-Organisation OECD macht einen „business case“ aus dem Schutz der Biodiversität einschließlich ihrer Insekten. Sie berechnet den globalen Schaden der Untätigkeit für ihre Mitgliedsländer zwischen 1997 und 2011 auf 4 bis 20 Billionen US-Dollar pro Jahr.

Solche ökonomischen Berechnungen zum Wert der Insektenleistung sollen rationale Entscheidungen in der Politik erleichtern. Sie beruhen auf der Annahme, dass auf diese Weise wirtschaftlich großer Schaden durch eine sinnvolle Politik abgewendet werden kann. Die zivilgesellschaftliche Seite hingegen kritisiert Berechnungen zu den sogenannten Ökosystemleistungen häufig.

Aus ihrer Sicht stellen sie eine kapitalistische Sichtweise auf die Natur dar, indem sie marktbasierte Lösungen wie den Handel mit Zertifikaten oder Kompensationszahlungen für ökologische Probleme ermöglicht. Während die einen befürworten, dass die Natur in einen Markt eingebunden wird, weil sie ein Preisschild bekommt und nicht kostenlos genutzt oder zerstört werden darf, kritisieren genau das die anderen. Sie fordern den Schutz der Natur um ihrer selbst willen und plädieren gegen wirtschaftliche und sind für allein politische Regeln.

Die OECD dokumentiert auch, mit welchen Instrumenten Staaten ihre Biodiversität schützen. Neben dem Handel mit Zertifikaten gibt es auch Steuern, Abgaben oder Subventionen. Seit Jahren werden neue, für die Biodiversität bedeutsame Steuern erhoben. In den OECD-Ländern belaufen sie sich inzwischen auf jährlich rund 7,4 Milliarden US-Dollar. Weltweit setzen etwa 80 Länder ökonomische Instrumente zum Schutz der Biodiversität oder gar speziell zum Schutz von Insekten ein. Ein prominentes und erfolgreiches Beispiel ist die Pestizidsteuer in Dänemark. Sie hat dazu beigetragen, dass sich der Pestizideinsatz zwischen 2013 und 2015 halbiert hat, und sie führte zu Einnahmen von 70 Millionen Euro jährlich, mit denen dänische Bauern und Bäuerinnen für geringere Erträge entschädigt wurden.

Die Agrarsubventionen der EU sind nur in geringem Umfang an den Schutz der Biodiversität gekoppelt. Obwohl jährlich fast 60 Milliarden Euro in die Landwirtschaft der 28 Staaten fließen, hat nie jemand berechnet, wie viel davon explizit dem Insektenschutz zugutekommt. Seit 2015

FÜR UND WIDER DIE NATUR

Zehn von der Industrieländer-Organisation OECD zusammengestellte „große" Programme, die die Biodiversität unterstützen, sowie ungefähres jährliches Finanzvolumen von politischen Maßnahmen, die die Artenvielfalt gefährden oder fördern, im Vergleich, Stand 2012 bis 2018, in US-Dollar

USA
1,8 Mrd. – Lebensraum für Wildtiere, Verbesserung der Wasserqualität und Agrarland-Bodenerhaltung
167 Mio. – Gewässerschutz, Wiederherstellung von Habitaten, umweltfreundliche Landwirtschaft

Mexiko
22,3 Mio. – Wald- und Biodiversitätsschutz
28,2 Mio. – Wald- und Gewässerschutz

Costa Rica
42,4 Mio. – Gewässer-, Biodiversitäts- und Landschaftsschutz, CO_2-Speicherung

Ecuador
7,9 Mio. – Waldschutz, CO_2-Speicherung

Brasilien
33,8 Mio. – Nachhaltigkeit in Schutzgebieten, Umweltschutz, Armutsbekämpfung

China
4,9 Mrd. – Erosionsbekämpfung durch Umwandlung unergiebiger Anbauflächen in Wälder und Grasland
4,7 Mrd. – Waldschutz, Aufforstung

Australien
5,2 Mio. – Schutz von Biodiversität und bedrohten Arten, Wiederherstellung von Habitaten

Zehn wichtigste Schutzprogramme zur Biodiversität, ausgewählt von der OECD

Gefahren für die Biodiversität: weltweite Subventionen für fossile Brennstoffe und Wasserverbrauch sowie Unterstützung potenziell umweltschädlicher Agrarproduktion und der Fischerei in den Industrieländern – 927 Mrd.

11,7 Mrd.

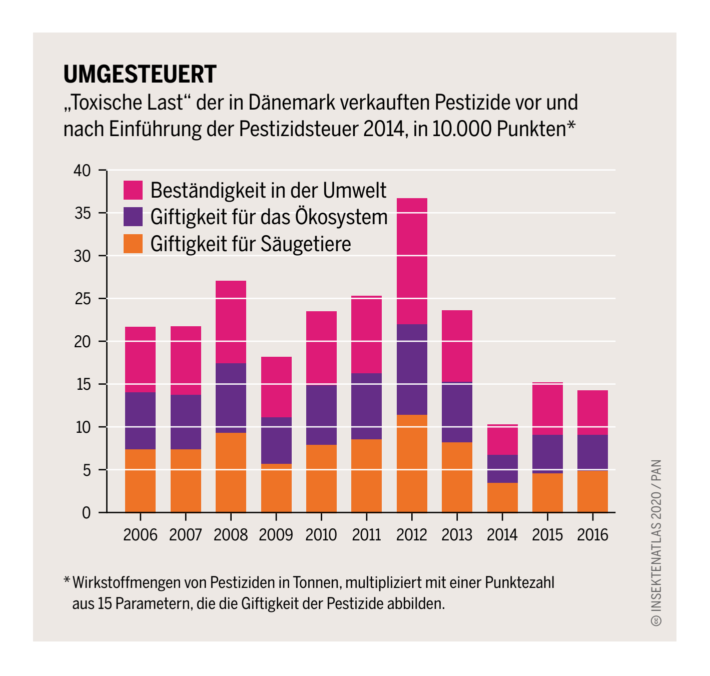
Unterstützung der Biodiversität (Schätzung): nationale und überstaatliche Haushaltsmittel, Entwicklungshilfe mit Nachhaltigkeitskomponenten, Programm „Schulden gegen Natur", Mittel von Stiftungen und Fonds, direkte Förderung der Biodiversität, Kompensationen und Gebühren, einschließlich der zehn großen Programme – 75 Mrd.

Kaum berechenbar ist, mit wie viel Geld die Biodiversität gefördert wird – jedenfalls mit weniger als die Steuergelder, mit denen wir sie gefährden

müssen alle Subventionsempfänger mit mehr als 15 Hektar Ackerfläche fünf Prozent davon als ökologische Vorrangfläche bewirtschaften. Allerdings sind die Regeln dafür lax und wirken sich kaum positiv auf die Insektenpopulation aus. Seit dem selben Jahr ist zwar der Anteil von Brachflächen auf deutschen Äckern um 1 Prozent gestiegen. Doch dies ist noch weit von den 10 bis 20 Prozent entfernt, die nach den Erkenntnissen der Wissenschaft aus der intensiven Produktion genommen werden müssen, um die Insektenpopulation zu stabilisieren.

Obgleich die Zahl und Fläche der ökologischen Schutzgebiete weltweit wächst, nehmen diese Insektenpopulationen ab. Dies belegt, dass die landwirtschaftlich genutzten Flächen aufgrund ihrer Größe als Lebensräume für Insekten erhalten werden müssen. Geschützt sind inzwischen mehr als 20 Millionen Quadratkilometer oder 15 Prozent der Erdoberfläche. Dennoch können sie die großflächigen negativen Auswirkungen der Landwirtschaft nicht kompensieren. Außerdem ist vielerorts auch in Schutzgebieten intensive Landwirtschaft erlaubt. Schlussfolgerung: Nur eine Kombination von beidem – Anreize mit Subventionen und Steuern einerseits, ordnungspolitische Maßnahmen mit Ge- und Verboten andererseits – können die Insekten in den Agrarlandschaften schützen.

Viele konventionelle Landwirte und Landwirtinnen sowie ihre Verbände lehnen entsprechende Gesetze ab. Sie befürworten rein freiwillige Maßnahmen. Ökologische Verbände und ihre Produzentinnen und Produzenten sehen das anders. An dem Tag, als in Berlin 5.000 Trecker „gegen den Regulierungswahn" durch die Stadt rollten, gab sich der ökologische Anbauverband Bioland selbst strengere Regeln für den Insektenschutz. ●



Die absehbare Einführung der Pestizidsteuer 2014 löste in Dänemark ab 2012 Hamsterkäufe aus. Inzwischen ist die toxische Last um ein Drittel pro Jahr gesunken

MEHR BESUCH AN DEN BLÜTEN, WENIGER ÖDNIS AUF DEM FELD

Der ökologische Landbau setzt auf den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und die biologische Vielfalt. Für eine insektenfreundliche Zukunft muss sich aber die gesamte Agrarlandschaft ändern.

Verglichen mit der konventionellen Landwirtschaft bietet der ökologische Landbau den Insekten und der Biodiversität deutliche Vorteile. Eine in Deutschland erstellte Metastudie aus vielen Einzeluntersuchungen weist nach, dass auf ökologisch bewirtschafteten Flächen 23 Prozent mehr blütenbesuchende Insektenarten vorkommen als auf konventionellen Flächen. Es gibt im Mittel 30 Prozent mehr Wildbienen- und 18 Prozent mehr Tagfalterarten. Nicht nur die Vielfalt der Insekten ist beim ökologischen Landbau besser, auch ihre Anzahl erhöht sich: Im Durchschnitt sind 26 Prozent mehr Blütenbesucher auf den Bioflächen vorhanden, und die Anzahl der Tagfalter ist sogar um fast 60 Prozent erhöht.

Ein häufig genutzter Indikator für Biodiversität und Insekten sind Feldvögel. Auf Ökoflächen finden sich 35 Prozent mehr Arten, die dort zudem um 24 Prozent häufiger vorkommen. Insgesamt sind diejenigen Vogelarten in Deutschland in den vergangenen Jahren zurückgegangen, die sich während der Brutzeit von Kleininsekten und Spinnen ernähren. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler führen dies auf den Mangel an Nahrung auf den konventionell bebauten Feldern und auf den flächendeckenden Einsatz von Insektiziden zurück.

Die Gründe für die positiven Auswirkungen des ökologischen Landbaus auf biologische Vielfalt und Insekten sind verschieden. Er verzichtet auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, mit denen konventionell wirtschaftende Höfe unerwünschte Kräuter oder Schädlinge bekämpfen. Problemkräuter werden mechanisch entfernt oder über eine vielseitige Fruchtfolge mit jährlich wechselnden Kulturarten reguliert. Außerdem verwendet der ökologische Landbau keinen mineralischen Stickstoffdünger, sondern baut Klee und Luzerne oder Lupinen an. Die Pflanzen binden Stickstoff und sind somit ein guter Dünger. Gleichzeitig bieten sie Insekten Nahrung und Lebensräume. Die Metastudie aus Deutschland stellte fest, dass die Zahl der auf dem Acker vorkommenden Wildkräuterarten beim Bioanbau im Mittel um 94 Prozent höher lag, und am Ackerrand kamen 21 Prozent mehr Kräuterarten vor.

Im Getreideanbau sind die Auswirkungen des ökologischen Landbaus auf die Biodiversität besonders groß, weil das konventionell produzierte Getreide auf einem intensiven Einsatz von anorganischem Dünger und Pestiziden beruht. Bestäuber reagieren auf Pestizide sehr empfindlich. Verzichtet ein Biobetrieb auf solche Mittel, nimmt der Reichtum an lokalen Bestäubern zu. Da die Pestizide aber bei Wind driften und die Insekten auch benachbarte konventionell bewirtschaftete Höfe besuchen, können diese negativen Auswirkungen die positiven überlagern. Dies gilt ebenso, wenn Hecken und Ackerrandstreifen oder andere ökologische Nischen fehlen. Insgesamt aber sind die Effekte des ökologischen Landbaus für den Insektenbestand umso positiver, je strukturärmer und monotoner die Bewirtschaftung in der Region ist.

Kritiker und Kritikerinnen argumentieren, dass aufgrund der geringeren Erträge des ökologischen Landbaus die weltweite Anbaufläche wachsen und zuvor ungenutztes Land mit einer hohen Biodiversität in die Bewirtschaftung genommen werden müsse. Auf diese Weise kippe die Bilanz des Ökolandbaus ins Negative, denn ungenutztes Land weise eine höhere biologische Vielfalt auf als Land unter ökologischer Bewirtschaftung. Diese Kritik ist insoweit berech-

TOD VON INNEN

Eiablagen der Schlupfwespe *Trichogramma brassicae* und des Maiszünslers

Der genaue Zeitpunkt ist alles: Schwärmen die Maiszünsler und legen ihre Eier an die Nutzpflanzen, von denen sie ihren Namen haben, werden zu deren Bekämpfung etwa 150.000 Schlupfwespen pro Hektar ausgebracht. Sie stehen gerade vor ihrer eigenen Eiablage. Unter den Maisblättern angekommen, legen die Schlupfwespen ihre Eier in die der Maiszünsler; die Larven fressen die Eier von innen leer. Nach einigen Wochen schlüpfen sie, paaren sich und beginnen selbst sofort mit der Eiablage. Die Erfolgsquote dieser Art biologischer Schädlingsbekämpfung liegt bei bis zu 75 Prozent.

Schlupfwespen gehören zu den bekanntesten biologischen Schädlingsbekämpfern. Sie greifen die Eier von ungefähr 150 anderen Arten an

INSEKTEN STATT INSEKTIZIDE

Ökologischer Landbau in der EU und im EWR*, nach Ländern 2017 und Entwicklung seit 2012, in Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche, sowie Schad- und Nutzinsekten bei konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung

EU-28

2012	2013	2014	2015	2016	2017
5,64	5,70	5,78	6,20	6,68	7,03

bis 5 Prozent
5 bis unter 10 Prozent
10 bis unter 15 Prozent
19 bis 24 Prozent

Island, Norwegen, Finnland, Schweden, Estland, Lettland, Litauen, Irland, Großbritannien, Dänemark, Niederlande, Polen, Belgien, Deutschland, Luxemburg, Tschechien, Slowakei, Frankreich, Schweiz, Österreich, Ungarn, Slowenien, Rumänien, Kroatien, Portugal, Spanien, Italien, Bulgarien, Griechenland, Malta, Zypern

Blattläuse und ihre natürlichen Feinde, Zahl der Tiere pro 2 m² Untersuchungsfläche, auf je 15 Feldern mit Wintertriticale** in konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung

Zahl der Blattläuse (Skala 0–400): konventionell, ökologisch

Feldrand
Feldinneres

Zahl der Fressfeinde von Blattläusen (Skala 0–30): konventionell, ökologisch

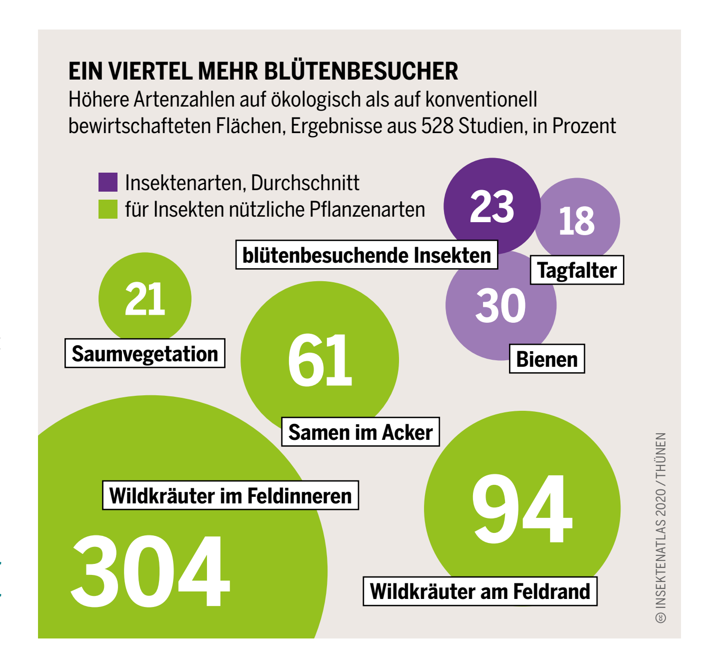
* EWR: Europäischer Wirtschaftraum mit der Schweiz, Norwegen, Island; Liechtenstein ohne Daten ** Triticale: Kreuzung aus Roggen und Weizen

tigt, als dass der ökologische Landbau in den gemäßigten Breiten geringere Erträge erwirtschaftet als im konventionellen Ackerbau. Daher profitiert die Natur von 100 Prozent ökologischem Landbau nur, wenn durch einen geringeren Fleischkonsum und weniger Verluste an Lebensmitteln Flächen eingespart werden. Für den globalen Fleischkonsum von inzwischen 327 Millionen Tonnen pro Jahr werden fast 80 Prozent der weltweiten Agrarflächen genutzt. Ein geringerer Fleischkonsum ist also für eine nachhaltige Landnutzung von zentraler Bedeutung.

Bislang fristet der ökologische Landbau in vielen Industrie- und Schwellenländern ein Nischendasein. Global sind es nur 1,5 Prozent der Agrarflächen, in der EU 7 Prozent, wenn auch mit kräftigen Zuwächsen und deutlichen Unterschieden zwischen den Mitgliedsstaaten. In Malta liegt der Anteil bei nur 0,4 Prozent, in Österreich aber bei mehr als 23 Prozent der landwirtschaftlichen Fläche. Als „ökologische Landwirtschaft“ gelten nur zertifizierte Flächen.

Es gibt weltweit Nutzungsformen, die auf den grundlegenden Prinzipien des ökologischen Landbaus basieren: dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, dem Kreislauf von Boden-Pflanze-Tier und Mensch sowie der Unabhängigkeit der Höfe von externen Betriebsmitteln, etwa Futter oder Dünger. Sie sind nicht als ökologische Landwirtschaft zertifiziert. „Agrarökologie“ heißt das übergreifende Konzept, das weltweit viele zivilgesellschaftliche Akteurinnen und Akteure fordern, aber auch überstaatliche Institutionen wie die UN-Organisation für Landwirtschaft und Ernährung. Sie alle treten ein für einen ökologischen und sozialen Umbau der Agrar- und Ernährungssysteme einschließlich ihrer Vermarktungs- und Machtstrukturen – und damit auch für eine insektenfreundliche Zukunft.

Insektizide töteten nicht alle Blattläuse, aber so viele ihrer Feinde, dass am Ende auf den behandelten Flächen mehr Blattläuse lebten als auf den unbehandelten



Es war zu vermuten, seit 2019 gibt es Zahlen: In einer Auswertung vieler Studien gaben Ökoflächen der Biodiversität bessere Chancen als konventionelle Flächen

AUS DEN LABOREN AUF DIE ÄCKER

Wer resistent ist, bringt mehr Ertrag: Nach diesem Prinzip erhalten Nutzpflanzen neue Eigenschaften gegen Herbizide und Schadinsekten. Doch die Insekten bilden ihrerseits neue Resistenzen. Jetzt geraten sie selbst ins Blickfeld der Gentechnik.

Zwischen 1996 und 2018 ist die Anbaufläche gentechnisch veränderter Pflanzen von 3,6 Prozent auf 12,8 Prozent der weltweiten Ackerfläche gewachsen. Die heute insgesamt 192 Millionen Hektar liegen zu 90 Prozent in nur fünf Ländern: den USA, Brasilien, Argentinien, Kanada und Indien. Angebaut werden vor allem drei Pflanzen: Soja (50 Prozent), Mais (30 Prozent) und Baumwolle (13 Prozent). Dies hat für die Lebensräume der Insekten schwerwiegende Folgen, sowohl wegen der Produktionsweise als auch durch die neuen Eigenschaften der Pflanzen.

Angebaut werden die gentechnisch veränderten Pflanzen als Monokulturen in intensiver und großflächiger Landwirtschaft. Das bedeutet, dass die Insekten nicht mehr die Vielfalt an Futterpflanzen finden. Auch gibt es zu wenig Hecken, Acker- und Blühstreifen. Zudem sind die meisten gentechnisch veränderten Pflanzen „herbizidresistent“: Sie können während des Wachstums gespritzt werden, ohne einzugehen. Alle anderen Pflanzen auf dem Acker aber reagieren auf das Gift und sterben. Folglich finden Insekten auf den Äckern kaum noch Blühpflanzen und Nahrung. Sowohl die großindustrielle Landwirtschaft wie auch der Einsatz der Agrarchemie lässt ihre Lebensräume immer kleiner werden oder sogar verschwinden.

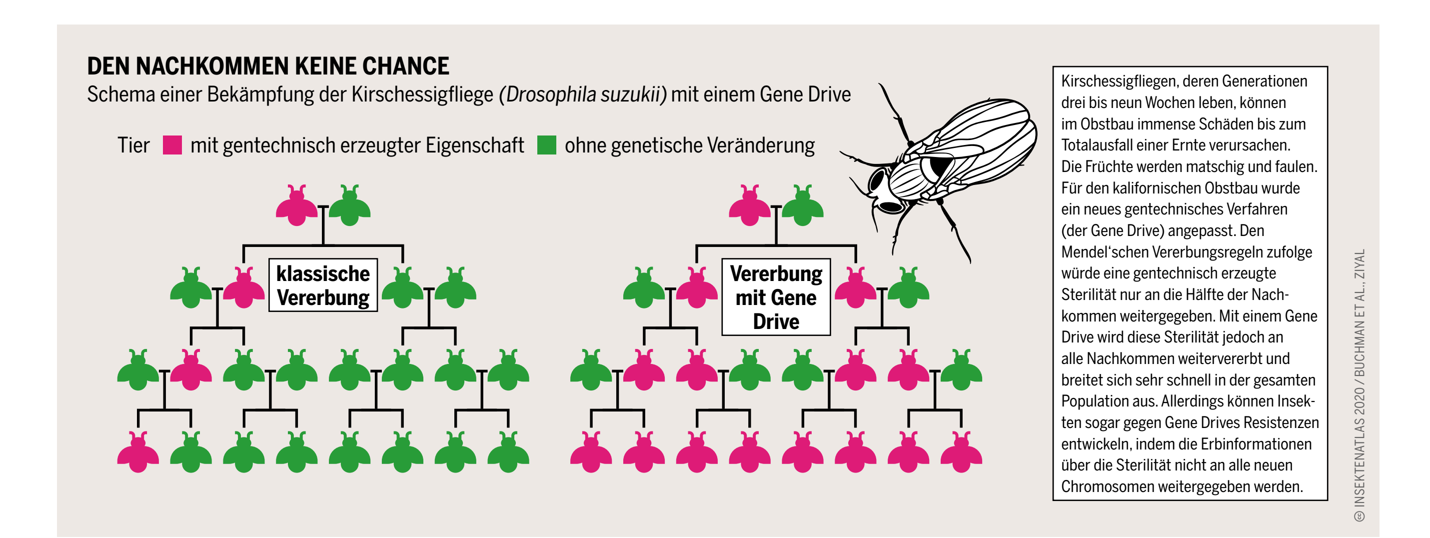
„Insektenresistenz“ ist die zweite wichtige Eigenschaft gentechnischer Veränderung. Solche Mais- oder Baumwollpflanzen bilden ein Gift, das die wichtigsten Schädlinge der Nutzpflanzen sterben lässt. Welche Wirkung es auf Insekten hat, die ihnen nicht schaden, ist wissenschaftlich umstritten und zu wenig untersucht – auch das Ausmaß der Beeinträchtigungen und Verluste, sowohl bei den Bestäubern wie bei den Bodeninsekten.

Veröffentlichungen zeigen aber, dass das von der Maispflanze produzierte Gift gegen den Maiszünsler auch Schmetterlingsarten im Larvenstadium stark schädigen kann. Besonders problematisch ist, dass die Pflanzen das Gift über die gesamte Anbauperiode von den Wurzeln über die Blätter bis zu den Blüten und Pollen bilden und Insekten damit über Monate schädigen können. Weitgehender Konsens dagegen herrscht in der Wissenschaft darüber, dass sich die Herbizidresistenz negativ auf Biodiversität und Insekten auswirkt.

Seit etwa 15 Jahren wird an den sogenannten „neuen“ gentechnischen Verfahren geforscht. Sie sind eng mit der Digitalisierung verknüpft und ermöglichen es, einfacher, kostengünstiger und zielgerichteter Gene im Erbgut zu verändern, als dies die „alte“ Gentechnik konnte. Nun werden nicht nur artfremde Gene in das Erbgut eingebracht, es können auch einzelne Gene ausgeschaltet, verdoppelt oder neu angeordnet werden. Die Zivilgesellschaft, die dieser Technik kritisch gegenübersteht, befürchtet, dass die veränderten Pflanzen zugelassen werden, ohne dass ihre Auswirkungen auf die Umwelt und damit auch auf die Insekten ausreichend überprüft wurden. Außerdem sehen sie die Gefahr, dass Eigenschaften wie die für Insekten so schädliche Herbizidresistenz einfacher und kostengünstiger auch in anderen Nutzpflanzen angelegt werden könnten. Die großen Saatgutkonzerne sichern sich dafür schon die wichtigsten Patente – und zwar auf Pflanzen wie Methoden.

Mit der neuen Gentechnikforschung sind auch die Insekten selbst in den Fokus der Forschung geraten. Eine bis-

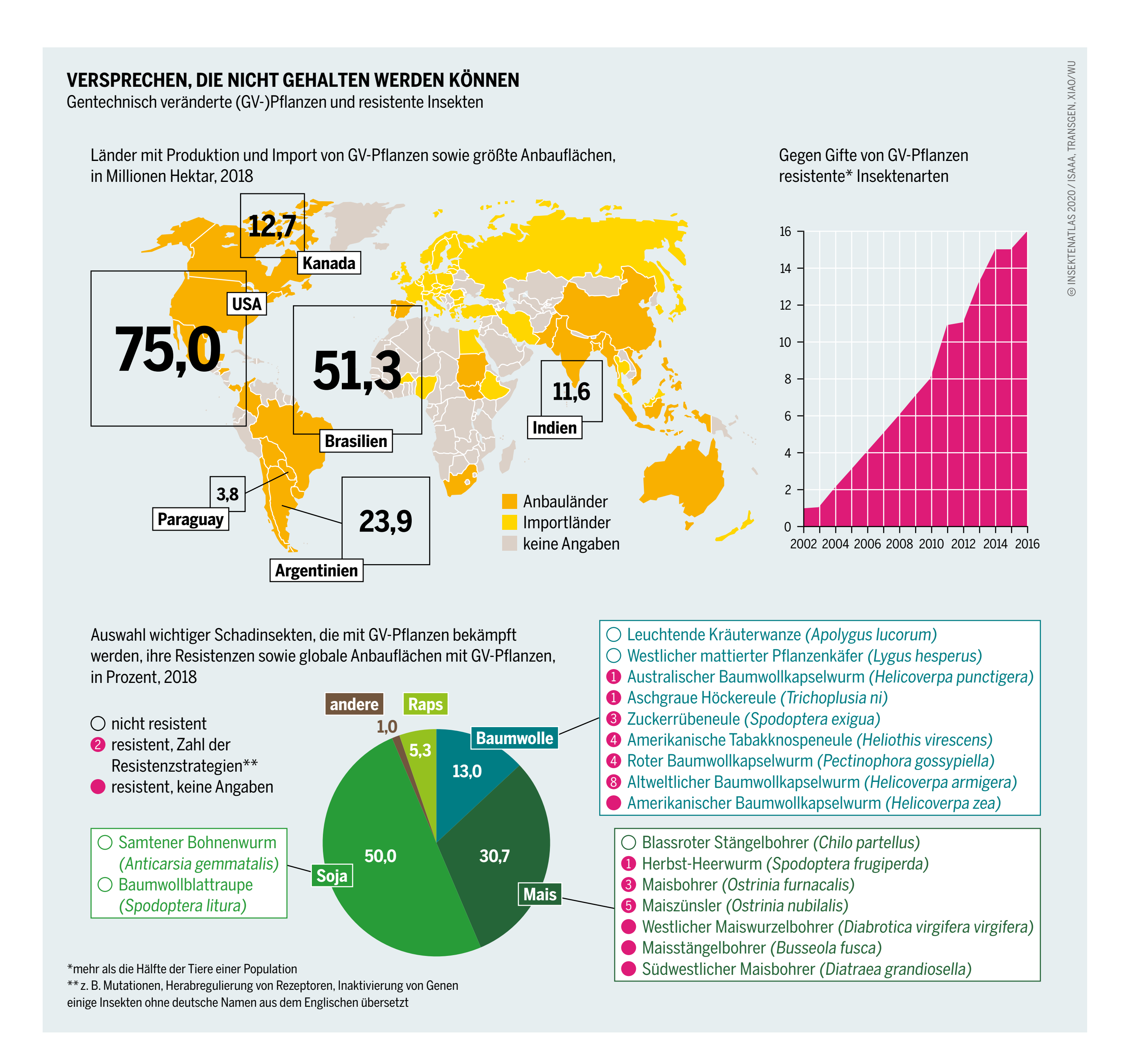
Trotz großer Hoffnungen – wegen der globalen Risiken von Gene Drives wird bei den Vereinten Nationen ein Moratorium diskutiert



DEN NACHKOMMEN KEINE CHANCE

Schema einer Bekämpfung der Kirschessigfliege *(Drosophila suzukii)* mit einem Gene Drive

Kirschessigfliegen, deren Generationen drei bis neun Wochen leben, können im Obstbau immense Schäden bis zum Totalausfall einer Ernte verursachen. Die Früchte werden matschig und faulen. Für den kalifornischen Obstbau wurde ein neues gentechnisches Verfahren (der Gene Drive) angepasst. Den Mendel'schen Vererbungsregeln zufolge würde eine gentechnisch erzeugte Sterilität nur an die Hälfte der Nachkommen weitergegeben. Mit einem Gene Drive wird diese Sterilität jedoch an alle Nachkommen weitervererbt und breitet sich sehr schnell in der gesamten Population aus. Allerdings können Insekten sogar gegen Gene Drives Resistenzen entwickeln, indem die Erbinformationen über die Sterilität nicht an alle neuen Chromosomen weitergegeben werden.



lang noch nicht im Freiland durchgeführte, aber im Labor bereits erprobte Methode ist der Gene Drive, etwa mit „Genantrieb“ zu übersetzen. Erwünschte oder unerwünschte Eigenschaften werden so im Erbgut verankert, dass sie sich an alle Nachkommen vererben und somit eine ganze Population betreffen. Insekten eignen sich aufgrund ihrer kurzen Reproduktionszyklen besonders gut für die Methode. Das bekannteste Beispiel für Gene Drives ist der Versuch, Malaria durch die Ausrottung der Mückenart, die die Krankheit überträgt, zu bekämpfen. Hier fanden auch schon erste Freisetzungen statt.

Aber auch an der Ausrottung von Ernteschädlingen wie der Kirschessig- oder Olivenfruchtfliege wird geforscht, allerdings noch nicht im Freien. Viele Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen stehen Gene Drives kritisch gegenüber, weil eine Freisetzung möglicherweise sehr riskant ist und globale Folgen für die Ökosysteme hat. In dem Moment, in dem sich die Eigenschaft vom Zielorganismus auf verwandte Arten oder Populationen außerhalb des Zielgebiets überträgt, besteht die Gefahr einer globalen Ausbreitung –

Die Resistenz von Insekten gegen gentechnisch veränderte Pflanzen nimmt schneller zu als die Geschwindigkeit, mit der neue Wege dagegen gefunden werden

mit dann nicht mehr abschätzbaren Folgen für die Ökosysteme.

Außerdem wird daran geforscht, wie Insekten als eine Art Drohnen in der Landwirtschaft eingesetzt werden können. Insekten werden mit gentechnisch veränderten Viren geimpft, die sie auf die landwirtschaftliche Nutzpflanze übertragen, wenn sie die Blüten ansteuern. Die Viren wiederum lösen während der Wachstumsphase eine bestimmte gentechnische Mutation aus. Ziel ist es, solche Veränderungen kurzfristig zu erreichen, damit Pflanzenpopulationen besser auf ihre Umwelt oder Krankheitserreger reagieren können. Diese Technik steht in der Kritik, weil sie als Biowaffe auch militärisch eingesetzt werden könnte – indem die ausgelieferten Viren so konzipiert werden, dass sie Krankheiten auf Menschen übertragen oder Pflanzenwachstum verhindern, statt es zu schützen.

WENN DIE TECHNIK HELFEN SOLL

Verschwände die Vielfalt der Insekten, ginge uns Existenzielles verloren. Die Natur und unsere Ernährung würden sich ändern, doch Bestäubungsroboter könnten diesen Verlust nicht kompensieren.

Aufgeregt schrieb die britische Tageszeitung „Guardian“ Anfang 2019, innerhalb eines Jahrhunderts könnten die Insekten von der Erde verschwunden sein, wenn die Bestände weiter so schnell schrumpfen wie derzeit. Doch auch wenn wissenschaftliche Studien den Rückgang der Insekten belegen – völlig aussterben werden sie nicht. Lebensräume, Vielfalt und Menge verändern sich jedoch dramatisch. Wenn aber viele der Leistungen, die Insekten für Mensch und Natur erbringen, wegfielen – wie sähe dann eine Welt ohne Insekten aus?

Die meisten Pflanzen sind auf Insekten angewiesen, weil ihre Blüten sich nicht selbst bestäuben und der Wind ihre Pollen nicht überträgt. Ohne Insekten wäre die Ernährung weltweit einseitiger. Sie tragen die Pollen von einer Blüte zur anderen und sichern so den Austausch von Erbgutmaterial der Pflanzen. Auf diese Weise kann sich die Fruchtqualität verbessern.

Pflanzen, deren Bestäubung von Insekten abhängt, entwickeln weniger Samen und Früchte, wenn der Pollentransfer zwischen weniger Blüten stattfindet. Zwar sind die Ernten der wichtigsten Grundnahrungsmittel Mais, Reis und Weizen nicht in Gefahr, aber die im Obst- und Gemüseanbau würden magerer ausfallen. Diese Kulturpflanzen versorgen den menschlichen Körper mit Vitaminen und Nährstoffen. Bei Kirschen wäre ein Verlust von 40 Prozent zu befürchten, bei Mandeln über 90 Prozent. Einige Gemüsesorten wie Gurken oder Kürbisse würde es kaum noch geben. Etwa sechs Prozent der Gesamtmenge an Kulturpflanzen würden wegfallen, schätzen Fachleute. Für Produzentinnen und Produzenten in Deutschland wäre das ein Verlust von etwa 1,3 Milliarden Euro pro Jahr.

Eine solche Entwicklung würde also das weltweite Problem einer für die Menschen angemessenen und ausgewogenen Ernährung verschärfen. Fehlt die Bestäubung, verändert sich auch die Zusammensetzung der Nährstoffe in den Produkten. Findet sie statt, liefern viele Kulturpflanzen essenzielle Vitamine und Mineralstoffe. Das ist vor allem in Entwicklungsländern wichtig. Anders als in den Industrieländern können Menschen dort nicht einfach Nahrungsergänzungsmittel zu sich nehmen.

Um einer solchen Entwicklung entgegenzuwirken, könnten in der Zukunft Plantagen manuell bestäubt und Roboterbienen in Tunneln unter Plastikfolie eingesetzt werden. In der Apfel-, Kürbis-, Kirsch- und Kiwiproduktion gibt es die Bestäubung von Hand schon heute in über 20 Ländern. Dazu gehören China, Korea, Pakistan und Japan, aber auch Argentinien, Chile, Neuseeland und Italien.

Einige Sorten Äpfel, Birnen oder auch Kürbisse bilden Früchte, ohne von Insekten bestäubt zu werden. Diese Eigenschaft könnte durch weitere Züchtungen verbreitet und genutzt werden, um die Produktion zu sichern. Eine Birnenblüte, die sich ohne Bestäubung zur Frucht entwickelt, hat keine Kerne. Bei ihr hat sich das Fruchtblatt meist durch eine mechanische Reizung zur Birne entwickelt. Solche und ähnliche Verfahren haben aber Nachteile: Ein Apfel ohne Kerne beinhaltet weniger Calcium und fault schnell. Auch bei Erdbeeren hat die Insektenbestäubung einen entscheidenden Einfluss auf die hormonellen Prozesse während der Entwicklung der Frucht – im Ergebnis schmecken sie besser und halten länger.

Wenn Tomaten im Gewächshaus und in Plastiktunneln angebaut werden, benötigen sie eine Vibrationsbestäu-

MENSCH STATT BIENE

Pestizideinsatz und Bestäubung von Apfelbäumen von Hand in drei Dörfern im Bergland von Sichuan, China

- Apfelbäume pro Haushalt
- Personentage für die Apfelbestäubung
- Kosten der Lohnbestäuber (US-Dollar pro Person und Tag)

Alle Bauern setzen achtmal im Jahr Pestizide ein. Umfrage „Töten Pestizide Insekten, die bestäuben?“, Antworten in Prozent

ja / nein / weiß nicht

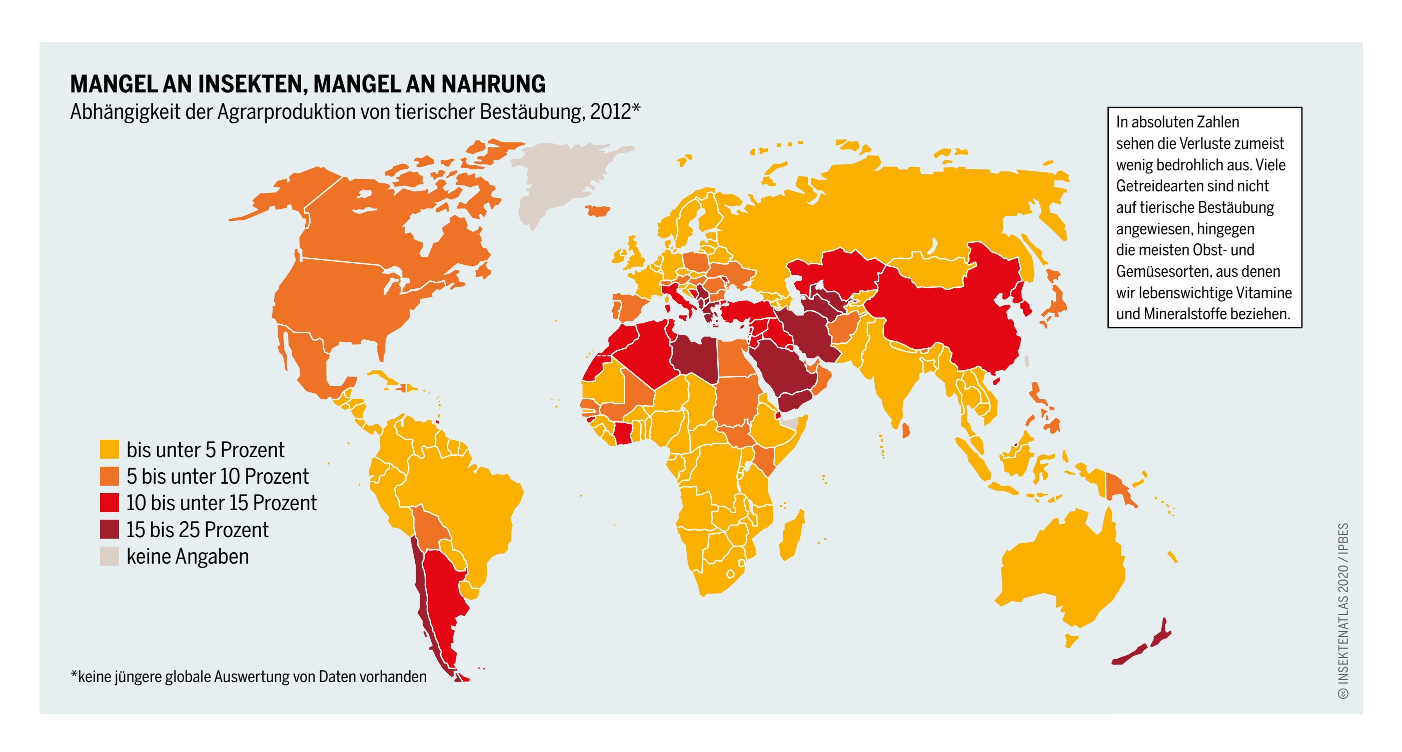
Feng Mao: 50 / 5–6 / 12,50 / 50 50

An Xiang: 100 / 5–6 / 7,80–9,40 / 100

Shui Xi: 38 / 2–3 / 15,60–18,75 / 25 75

Der Zusammenhang von Bestäubung und Ertrag und die Gefahr von Pestiziden für Bestäuber sind für Teile der Landbevölkerung Asiens noch immer unbekannt. In Chinas traditionellen Apfelregionen wurden Handbestäubung und der Einsatz von Insektiziden seit den 1960er-Jahren propagiert und praktiziert. Bis 1980 starben die Bienen aus. Lohnbestäuber mit langer Anreise sind infolge von Abwanderung und Arbeitskräftemangel erforderlich. Die Wiedereinführung von Bienenvölkern zur Bestäubung scheitert am fortgesetzten Pestizideinsatz.

Der Teufelskreis von Pestizideinsatz und Bestäubung von Hand verhindert eine nachhaltige Obstwirtschaft



Gerade die hochwertigen Feld-, Baum- und Strauchfrüchte sind am stärksten von der Bestäubung durch Insekten abhängig

bung, weil der Wind aus der freien Natur fehlt. In Deutschland können dies nur Hummeln auslösen. Deshalb fliegen in den Plastiktunneln Erdhummeln: Mit einer einzigartigen Frequenz beim Flügelschlag bringen sie die Blüten zum Vibrieren. Menschen können dies bei Tomaten mit elektrischen Zahnbürsten nachahmen. In einer Welt ohne Insekten, in der auch die Hummeln fehlen, könnten möglicherweise Roboterbienen die Vibrationsbestäubung übernehmen. Heute ist das noch nicht möglich, aber an technischen Lösungen wird bereits geforscht.

Die Bestäubungsökologie der verschiedenen Pflanzenarten ist sehr unterschiedlich, und es wird nicht möglich sein, für alle Pflanzenarten eine geeignete Roboterbiene zu bauen. Wildpflanzen wachsen in unterschiedlichsten Formen und stehen in Mischungen aus verschiedenen Arten. Roboterbienen müssten lernen, verschiedene Arten zu erkennen und sich an deren Bestäubungsmechanismen anzupassen.

Für einen Bruchteil des Geldes, das künftig Millionen Bestäubungsroboter kosten würden, lassen sich heute Ökosysteme erhalten und stärken

Doch die Technik ist weit davon entfernt, die Komplexität von ökologischen Systemen durch künstliche Intelligenz zu ersetzen. Viele blühende Arten auf Wiesen sind auf die Bestäubung durch Insekten angewiesen, ohne sie würde es schlichtweg keine artenreichen Blumenwiesen mehr geben. Dann würden auf Wiesen und Weiden nur selbst- und windbestäubte Gräser wachsen.

Auch Weidehaltung wäre nur schwer möglich. Insektenlarven beugen gemeinsam mit Regenwürmern und Mikroorganismen der Erosion vor, indem sie die Böden stabilisieren. Bei feuchtem Wetter würden Rinder und Kühe sonst ins Rutschen geraten. Insekten sind aber auch für den Abbau der tierischen Verdauungsreste unerlässlich. Ohne die auf sie spezialisierten Käfer wäre der Boden mit Dungplatten übersät. Dieses ökologische Problem gab es schon einmal: Als zu Beginn des 19. Jahrhunderts Rinder in Australien eingeführt wurden, fehlten die Dungkäfer dort. Erst als auch sie importiert wurden, war das Problem behoben. ●



URALTE SCHICKSALSGEMEINSCHAFT

Das Verhältnis von Mensch zu Insekt war lange getrübt. Die Geschichte der Landwirtschaft ist eine der Schädlingsbekämpfung. Für einen Wandel sorgte erst das neuzeitliche Wissen um Bestäubung.

Unterschätzt – kein anderes Wort bringt das Verhältnis des Menschen zu den Insekten präziser auf den Punkt. Er unterschätzte die Zahl ihrer Arten und Individuen ebenso wie ihre Vielfalt an Formen, Lebensweisen und Lebensräumen und nicht zuletzt auch ihre Bedeutung für Wirtschaft und Medizin. Zudem mag er sie nicht besonders, zumindest nicht in den meisten Industrieländern. Als Kafkas Gregor Samsa eines Morgens aus unruhigen Träumen als Käfer erwachte, empfand der Protagonist seine Verwandlung keinesfalls als Upgrade.

Zunächst waren Insekten für den frühen Menschen vor allem ein Nahrungsmittel unter vielen. Für die Jäger und Sammler stellten die Kerbtiere wichtige Proteinquellen dar.

GEMEINSAME VORFAHREN

Schematische Darstellung der Evolution, Auswahl von Verzweigungen mit bekannten Bezeichnungen, sowie *Bilateria* als letzte Verbindung von Insekten und Menschen

Pilze
Hefen
Bananen
Gräser
Palmen
Blütenpflanzen
Koniferen
Farne
Moose
Grünalgen
Bakterien

Schwämme
Quallen
Insekten
Tausendfüßer
Krebstiere
Weichtiere
Schlangen
Echsen
Leguane
Krokodile
Vögel
Wale
Rinder
Menschen
Schimpansen
Beuteltiere
Amphibien
Fische
Seesterne

Die größte Gemeinsamkeit von Mensch und Insekt ist ihr symmetrischer Aufbau entlang einer Längsachse. Solche Zweiseitentiere *(Bilateria)* spalteten sich vor 800 Millionen Jahren von den anderen Tieren ab. Vor etwa 680 Millionen Jahren entstanden daraus die Urmünder, Vorläufer der Insekten, und die Neumünder, aus denen sich die Wirbeltiere und dann auch die Menschen entwickelten. Vor etwa 370 Millionen Jahren waren die Insekten die ersten Lebewesen, die fliegen konnten. Vor drei bis vier Millionen Jahren kamen die Menschen auf ihre eigene Fortbewegung: den aufrechten Gang.

Bis heute haben sich etwa bei den Aborigines in Australien aus dieser Zeit Zikade, Honigameise und Eukalyptus-Floh als kultisch verehrte Totemtiere erhalten. Der enorme Reproduktionserfolg der Insekten hinterließ in vielen Weltregionen seine Spuren in Schöpfungsmythen, in denen die Kerbtiere eine zentrale Rolle spielten. Auch ihre beeindruckenden Fähigkeiten beim Bauen und die gut organisierten „Staaten“ vieler Arten haben sicherlich dazu beigetragen.

Eine besondere Rolle spielten immer schon die Bienen. In den frühen Kulturen Indiens und Afrikas dienen sie als Totems von Völkern, denen die Fähigkeit nachgesagt wird, mit den stechenden Tieren gut umgehen zu können. Schon auf 8.000 Jahre alten Höhlenmalereien ist zu sehen, dass der Mensch Honig von Bienen sammelt. Lange vor der Entdeckung von Zuckerrübe, Zuckerrohr oder Saccharin stellte er das einzig relevante Süßungsmittel dar. Da wilder Honig schwer verfügbar ist, hatten Menschen wohl schon vor 5.000 bis 7.000 Jahren begonnen, die Bienen zu kultivieren. Die innige Beziehung fand ihren Niederschlag in ägyptischen Hieroglyphen, in stilisierten Bienenstöcken auf mittelalterlichen Ritterwappen bis hin zur computeranimierten Biene Maja.

Eine auf den ersten Blick weniger nachvollziehbare Verehrung ließen die alten Ägypter dem Heiligen Pillendreher zukommen, einer Käferart, die vom Kot größerer Tiere lebt. Trotz dieser wenig appetitlichen Vorliebe wurde er als Skarabäus mit höchsten göttlichen Weihen versehen und einbalsamiert oder als kunstvoll gearbeitetes Ebenbild Pharaonen-Grabkammern beigegeben. Tatsächlich ist die artenreiche Gruppe der Dungkäfer für den Menschen überlebenswichtig. Ohne sie läge das Land unter einer großen Mistschicht begraben, erst recht, seit der Mensch Kühe, Büffel, Pferde und Ziegen in großer Zahl hält.

Ein entscheidender Sprung in der Entwicklung des Menschen war der Übergang zur Sesshaftigkeit, und den tat er mit den Insekten Hand in Hand, genauer: Hand in Tarsus – so heißt der letzte Abschnitt des Beines der Gliederfüßer. Nur durch die Bestäubungsleistung von dutzenden Arten wurde es dem Menschen möglich, Landwirtschaft zu betreiben. Umgekehrt sorgt er seither mit Äckern, Lebensmittellagerstätten, Häusern und nicht zuletzt seiner eigenen Massenvermehrung für einen reichlich gedeckten Tisch, an dem sich viele Insekten gern bedienen.

Deshalb ist die Geschichte der Landwirtschaft auch eine Geschichte der Schädlingsbekämpfung. Schon antike Größen wie Plinius und Vergil verhandelten das Thema. Heuschreckenschwärme waren derart gewaltige Naturkatastrophen, dass sie nur Strafen Gottes sein konnten. Kartoffelkäferplagen wurden noch im 20. Jahrhundert als vom Feind geschickte Biowaffe propagandistisch ausgedeutet. Jahrtausendelang stand der Mensch weitgehend machtlos

Das Aussehen von Zweiseitentieren lässt sich nur durch deutlich jüngere Tiere illustrieren. Deren Lebendrekonstruktionen ändern sich nach fast jedem Fund

DIE ZEHN BIBLISCHEN PLAGEN – ÜBERWIEGEND INSEKTENWERK

Wissenschaftliche Theorien über einen Bericht

Das 2. Buch Mose des Alten Testaments beschreibt, wie der Gott Israels den Pharao straft, weil er die Israeliten nicht ziehen lassen will. Nach zehn Plagen gibt der Pharao nach. Die Überlieferung des Geschehens könnte sich auf einen Vulkanausbruch im 2. vorchristlichen Jahrtausend beziehen. Die Historische Exodus-Forschung ist ein eigenes wissenschaftliches Fachgebiet.

Wasser verwandelt sich in Blut: Giftige Bakterien färben das Wasser rot, oder Bimsstaub legt sich nach einem Vulkanausbruch auf das Wasser oder kommt als Sinkstoff im Nilwasser nach Unterägypten.

Frösche wimmeln ins Land: Amphibien fliehen vor dem verdorbenen Nilwasser und verenden.

Stechmücken plagen Mensch und Vieh: Weil die Amphibien tot sind, haben die Stechmücken keine natürlichen Feinde mehr. Ihre Population nimmt schnell zu.

Stechfliegen füllen alle Häuser: Hunds- und Dasselfliegen legen ihre Eier auf den toten Fröschen ab und vermehren sich.

Viehpest tötet alle Pferde, Kamele, Rinder, Schafe: Die vielen Insekten fügen dem Vieh offene Stichwunden zu, die zu Entzündungen und Tod führen.

Schwarze Blattern befallen Mensch und Vieh: Auch Menschen sterben an Geschwüren, die von Insektenstichen und -bissen stammen.

Hagel tötet Mensch und Vieh: Vulkanische Eruptionen, aber auch starke Gewitter mit Hagelstürmen sind möglich.

Heuschrecken bedecken das Land: Diese Plage drohte jederzeit; ihre Wanderungen konnten auch durch Vulkanasche erzwungen sein.

Finsternis dauerte drei Tage: Kann durch Vulkanasche oder durch einen gewaltigen Heuschreckenschwarm ausgelöst worden sein, der den Himmel verdunkelte.

Tod aller Erstgeborenen von Mensch und Vieh: Erstgeborene Söhne und Tiere erhielten die erste und größte Mahlzeit. Wegen des damaligen Mangels an Nahrung aßen sie mehr des üblichen, nun aber mit Mutterkorn vergifteten Getreides, das wegen der geringen Sonneneinstrahlung nicht durchgetrocknet war.

- direkte Insektenplage
- indirekte/mögliche Insektenplage
- vulkanische, amphibische, Pilzplage

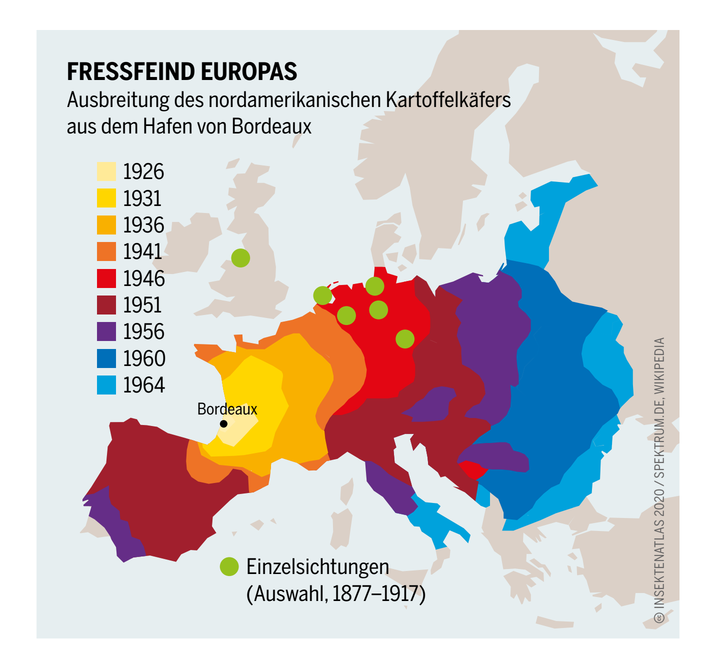
Die Plagen werden heute vielfach mit instabilen ökologischen Wechselbeziehungen erklärt. Insekten mit ihrer kurzen Generationenfolge konnten darauf schnell reagieren

vor den kleinen, aber effizienten Konkurrenten um Nahrung. Er behalf sich mit Gebeten oder kuriosen Abwehrmaßnahmen wie an Scheunentore genagelte Kröten.

Insekten fraßen nicht nur Teile der Ernte, sie übertrugen auch Pflanzenkrankheiten und schädigten so die Landwirtschaft. Verbreiten sich etwa Viren, sind zu 90 Prozent die Pflanzensaft saugenden Zikaden und Blattläuse Schuld. Die nur anderthalb Millimeter lange, aus Nordamerika stammende Reblaus verheerte im 19. Jahrhundert in kurzer Zeit ein Drittel der französischen Weinbaugebiete und wurde erst besiegt, als die resistenten nordamerikanischen Weinstöcke gepflanzt werden konnten.

Im 20. Jahrhundert brachten chemische Substanzen wie DDT durchschlagendere Erfolge, schädigten gleichzeitig aber höher entwickelte Tiere wie Vögel und Säuger sowie ganze Biotope. Das 1962 erschienene Buch „Der stumme Frühling“ von Rachel Carson beschrieb diese Zusammenhänge. Es gilt als Geburtsstunde der modernen Umweltbewegung, obwohl die Industrie mit großem Finanzaufwand gegen die darin vorgestellten wissenschaftlichen Erkenntnisse agitierte – eine interessante Parallele zur aktuellen Klimawandel-Debatte.

Insekten haben die Menschheit also tiefgreifend beeinflusst – und umgekehrt. Diese Schicksalsgemeinschaft wird auch in Zukunft bestehen. Mit der Zerstörung der Lebensräume und dem von ihm verursachten Klimawandel ist der Mensch im Begriff, viele Insektenarten auszurotten. Die Folgen für ihn selbst sind womöglich gravierend, einerseits wegen des instabilen ökologischen Gleichgewichtes, andererseits wegen des Verlusts an noch unbekannten Substanzen und biologischen Eigenschaften der Gliederfüßer, die sich künftige Generationen zunutze machen könnten. Doch die Anpassungsfähigkeit und Widerstandskraft vieler Insekten, die intensive atomare Strahlung überleben und Resistenzen gegen praktisch jedes Umweltgift entwickeln, ist enorm. Sie wird wohl dazu führen, dass, wenn die lange gemeinsame Erfolgsgeschichte eines Tages enden wird, die Insekten den weiteren evolutiven Weg alleine gehen werden. ●



Der Kartoffelkäfer stellte die wohl bedeutendste Gefahr für die Ernährung Europas im 20. Jahrhundert dar. Inzwischen hat er das russische Kamtschatka erreicht

AUTORINNEN UND AUTOREN, QUELLEN VON DATEN, KARTEN UND GRAFIKEN

Alle Internetquellen wurden zuletzt im Dezember 2019 abgerufen. Der Insektenatlas ist im PDF-Format unter den Download-Adressen herunterzuladen, die im Impressum aufgeführt sind. Im PDF sind alle Links anklickbar.
Alle längeren Links wurden mit dem Kürzungsdienst bitly an den begrenzten Platz angepasst. Zahlreiche wissenschaftliche Quellen sind allerdings nicht frei zugänglich. Viele der hiesigen bitly-Links zu Fachaufsätzen leiten auf Seiten, auf denen ein DOI vermerkt ist, eine weltweite Adresse für Onlineartikel wissenschaftlicher Fachzeitschriften. Mit dem DOI (Digital Object Identifier) und einem vorangestellten http://doi.org/ kann nach Lesemöglichkeiten im Internet oder im Onlineangebot von Bibliotheken gesucht werden.

10–11 GRUNDLAGEN: SECHS BEINE SOLLT IHR SEIN von Christian Rehmer

S. 10: Wikipedia, *Papilio demoleus*, http://bit.ly/345LUIO. Suwarno, Age-specific life table of swallowtail butterfly *Papilio demoleus* (Lepidoptera: Papilionidae) in dry and wet seasons, 2012, http://bit.ly/349p8JH. – **S. 11 o.:** Nigel E. Stork, How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? 2018, http://bit.ly/2PzCucY. Wikipedia, Biogeographic realm, http://bit.ly/2RHNk3j. – **S. 11 u.:** IPBES, The assessment report on pollinators, pollination and food production, ed. Simon G. Potts et al., 2017, S. 7, http://bit.ly/2qNvgda.

12–13 LANDWIRTSCHAFT: MIT VIELFALT ZUR ERNTE von Teja Tscharntke

S. 12: Hugo de Groote, Effectiveness of hermetic systems in controlling maize storage pests in Kenya, 2013, http://bit.ly/2E9UR36, http://bit.ly/359ehki. International Maize and Wheat Improvement Center, Effective Grain Storage for Better Livelihoods of African Farmers Project, Completion Report, 2011, http://bit.ly/2Ebbj2M. – **S. 13 o.:** Sven Lautenbach et al., Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit, 2012, fig. 8, http://bit.ly/2PauEaG. – **S. 13 u.:** IPBES, The assessment report on pollinators, pollination and food production, ed. Simon G. Potts et al., 2017, S. XXVIII, http://bit.ly/2qNvgda. Alexandra-Maria Klein et al., Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, 2006, http://bit.ly/2LLioeB, crop list: http://bit.ly/36rtAF8.

14–15 INSEKTENSTERBEN GLOBAL: EINE KRISE OHNE ZAHL von Christine Chemnitz

S. 14: The conservation status of New Zealand Coleptera, 2012, http://bit.ly/349puA1. – **S. 15 o., u.:** Francisco Sánchez-Bayo, Kris A. G. Wyckhuys, Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers, 2019, http://bit.ly/34gcbxM, http://bit.ly/36uGWAL, http://bit.ly/2smgzOl.

16–17 INSEKTENSTERBEN IN DEUTSCHLAND: ABWÄRTS IM TREND von Anke Sparmann

S. 16: Melanie Ries et al., Analyse der bundesweiten Roten Listen zum Rückgang der Insekten in Deutschland, 2019, http://bit.ly/2RLpMdU, S. 241. – **S. 17 o.:** nach Rainer Oppermann et al., Handlungsperspektiven für eine insektenfreundliche Landnutzung, 2019, S. 280, http://bit.ly/2PgGTmm, bearb. – **S. 17 u.:** Gustav Wellenstein, Zur Ernährungsbiologie der Roten Waldameise, 1952, http://bit.ly/2rBsxni. Wikipedia, Ameisen#Allesfresser, http://bit.ly/2PAweSr.

18–19 PESTIZIDE: ZWISCHEN KAHLSCHLAG UND LETZTER HILFE von Katrin Wenz

S. 18: Kaushalya G. Amarasekare, Peter W. Shearer: Comparing Effects of Insecticides on Two Green Lacewings Species, *Chrysoperla johnsoni* and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), 2013, http://bit.ly/2LMASvp. – **S. 19 o.:** Faostat, Pesticides Use, http://bit.ly/2YGVtGx. – **S. 19 u.:** IPBES, The assessment report on pollinators, pollination and food production, ed. Simon G. Potts et al., 2017, S. 57, http://bit.ly/2qNvgda.

20–21 FLEISCH: VON TIERFUTTER UND VIEHWEIDEN von Maureen Santos

S. 20: Lenita Jacob Oliveira, Maria Alice Garcia, Flight, feeding and reproductive behavior of *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Coleoptera: Melolonthidae) adults, http://bit.ly/34cx5xJ. – **S. 21 o.:** Susan Minnemeyer et al., New Deforestation Hot Spots in World's Largest Tropical Forests, 2017, http://bit.ly/2rBzyVj. Trase Yearbook 2018, Sustainability in forest-risk supply chains: Spotlight on Brazilian soy, 2018, chapter 5, http://bit.ly/2PEvgUW. – **S. 21 u.:** Mathias Janson, Regenwaldrodung macht Brasilien zum Soja-Produzenten Nr. 1, 2019, http://bit.ly/2RFrMEx.

22–23 KLIMAWANDEL: ZEIT FÜR NEUE PLAGEN von Christine Chemnitz

S. 22: Dominik Poniatowski, Thomas Fartmann, Experimental evidence for density-determined wing dimorphism in two bush-crickets (Ensifera: Tettigoniidae), 2009, http://bit.ly/2YGsyma. – **S. 23:** Curtis A. Deutsch et al., Increase in crop losses to insect pests in a warming climate, 2018, http://bit.ly/2qILXWZ, http://bit.ly/2E5qJpt.

24–25 NÜTZ- UND SCHÄDLINGE: FRESSEN UND GEFRESSEN WERDEN von Henrike von der Decken

S. 24: Kris A. G. Wyckhuys et al., Human Demographic Outcomes of a Restored Agro-Ecological Balance, http://bit.ly/2Pytq8e. – **S. 25 o.:** FAO Desert Locust Risk Map vom 28. Oktober 2019, http://bit.ly/38sdGw8, http://bit.ly/2LL4eKC. – **S. 25 u.:** Naturkapital Deutschland – Teeb De, 2016, S. 103, nach Bernd Hansjürgens et al., Zur ökonomischen Bedeutung der Insekten und ihrer Ökosystemleistungen, 2019, S. 231, http://bit.ly/34bYJeg.

26–27 DÜNGUNG: KUHFLADEN UND PFERDEÄPFEL von Christoph Scherber

S. 26: F. Geiger et al., Insect abundance in cow dung pats of different farming systems, 2010, http://bit.ly/2shvIkg. – **S. 27 o.:** M. J. Crawley et al., Determinants of Species Richness in the Park Grass Experiment, 2005, http://bit.ly/2LIj18Q. Earthstat, P. C. West et al., Total Nutrient Balance for 140 crops, 2014, http://bit.ly/2E5tY07. – **S. 27 u.:** Klaus Kuhn,

Kartierung der dungbewohnenden Käferarten im Beweidungsgebiet des NSG Stadtwald Augsburg, Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben, Bd. 114, 2010, S. 102–115, http://bit.ly/38yjuV8.

28–29 NAHRUNGSMITTEL: FÜR VIELE EIN ALLTAGSGERICHT, FÜR MANCHE EIN HYPE von Hanni Rützler

S. 28: Dennis G. A. B. Oonincx, Imke J. M. de Boer, Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment, 2012, http://bit.ly/34bqt2H. C. L. R. Payne et al., Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition, 2015, http://bit.ly/2PbEhWA. Thorben Grau et al., Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed, 2017, http://doi.org/10.1515/znc-2017-0033. – **S. 29 o.:** Yde Jongema, List of edible insects of the world, 2017, http://bit.ly/2BCDWTv. – **S. 29 u.:** statista, M. Shahbandeh, Forecast market value of edible insects worldwide from 2018 to 2023, 2018, http://bit.ly/2Pa9z02.

30–31 TIERFUTTER: RECHNUNG MIT UNBEKANNTEN von Peter Schweiger

S. 30: Susanne Velten, Frank Liebert, Larven der schwarzen Soldatenfliege *(Hermetia illucens)* als potentieller Proteinlieferant in der Schweine- und Geflügelernährung, 2018, http://bit.ly/2qHiuwA. – **S. 31 o.:** PMR, Edible Insects for Animal Feed Market Revenue (...), 2019, http://bit.ly/2PA4JIC. Firmenwebseiten. – **S. 31 u.:** ipiff, EU Legislation, http://bit.ly/2PDzdJE. ipiff, The European Insect Sector Today: Challenges, Opportunities and Regulatory Landscape, S. 9, o. D. (2018), http://bit.ly/2rGg2XN.

32–33 IMKEREI: EIN LEBEN FÜR POLLEN UND HONIG von Heiko Werning

S. 32: Lewis H. Ziska et al., Rising atmospheric CO_2 is reducing the protein concentration of a floral pollen source essential for North American bees, 2016, http://bit.ly/35gABJ0. Nasa, Global Mean CO_2 Mixing Ratios, o. D., 280–380 ppm, https://go.nasa.gov/36uXqZF. scinexx, CO_2: 400 ppm sind das neue Normal, 2016 (400 ppm), http://bit.ly/2LJtr8a. – **S. 33 o.:** EC, Honey Market Presentation, 2019, http://bit.ly/2t4oU9S. – **S. 33 u.**: Paul Westrich et al., Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands, 2011, S. 403, http://bit.ly/2tbOqKF. Ana Nieto et al., European Red List of Bees, 2014, S. 17, http://bit.ly/38tO4iv.

34–35 GENDER: MIT „MINI-VIEH" GEGEN DIE ARMUT von Valerie Stull

S. 34: Jaboury Ghazoul et al., Mopane Woodlands and the Mopane Worm: Enhancing rural livelihoods and resource sustainability, Final Technical Report, 2006, S. 112 f., http://bit.ly/35eEYEn. – **S. 35 o.:** A. van Huis, Insects as Food in Sub-Saharan Africa, 2003, http://bit.ly/38tvGGv. Catherine Maria Dzerefos, E. T. F. Witkowski, Crunchtime: sub-Saharan stinkbugs, a dry season delicacy and cash cow for impoverished rural communities, 2015, http://bit.ly/35ephgm. Joost van Itterbeeck et al., Diversity and Use of Edible Grasshoppers, Locusts, Crickets, and Katydids (Orthoptera) in Madagascar, 2019, http://bit.ly/2shw5va. – **S. 35 u.:** YouGov, Insekten-Burger, Umfrage, 2017, http://bit.ly/2RJ5mSX.

36–37 POLITIK: VOLLMUNDIGE VERSPRECHEN UND UNZULÄNGLICHE TATEN von Silvia Bender

S. 36: IPBES, The assessment report on pollinators, pollination and food production, ed. Simon G. Potts et al., 2017, S. 99, http://bit.ly/2qNvgda. – **S. 37 o.:** ebd. S. 104, und Josef Settele, Bestandsentwicklungen und Schutz von Insekten – Analysen und Aussagen des Weltbiodiversitätsrats (IPBES), http://bit.ly/2t2nE78. – **S. 37 u.:** Mitglieder von IPBES und Promote Pollinators, http://bit.ly/2E9zZJ9, http://bit.ly/2LJ703a.

38–39 ÖKONOMIE: MIT ODER OHNE PREISSCHILD von Christine Chemnitz

S. 38: Renkang Peng, K. Christian: Integrated pest management in mango orchards in the Northern Territory Australia, using the weaver ant, *Oecophylla smaragdina*, (Hymenoptera: Formicidae) as a key element, 2005, http://bit.ly/2qNiNWS. – **S. 39 o.:** OECD, Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action, S. 69, 71 f., http://bit.ly/35fsVGD. – **S. 39 u.:** PAN Germany, Hat die dänische Pestizid-steuer die dortige Landwirtschaft ruiniert?, 2019, http://bit.ly/36pFfUZ.

40–41 BIOLANDBAU: MEHR BESUCH AN DEN BLÜTEN, WENIGER ÖDNIS AUF DEM FELD von Katrin Wenz

S. 40: LTZ Augustenburg, Bekämpfung des Maiszünslers mit der Schlupfwespe *Trichogramma brassicae*, o. D., http://bit.ly/38vaiR9. – **S. 41 o.:** Eurostat, Organic crop area by agricultural production methods and crops [org_cropar], http://bit.ly/2RI5T7B. Jochen Krauss et al., Decreased Functional Diversity and Biological Pest Control in Conventional Compared to Organic Crop Fields, 2011, http://bit.ly/2YEZBqy. – **S. 41 u.:** Jürn Sanders, Jürgen Heß (Hrsg.), Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Thünen Report 65, 2019, S. 141–150, http://bit.ly/35e6zW3.

42–43 GENTECHNIK: AUS DEN LABOREN AUF DIE ÄCKER von Daniela Wannemacher und Mute Schimpf

S. 42: Anna Buchman et al., Synthetically engineered *Medea* gene drive system in the worldwide crop pest *Drosophila suzukii*, 2018, https://doi.org/10.1073/pnas.1713139115. Pflanzenforschung.de, Medea gegen Fliegen. Ist Gene Drive eine Lösung für geplagte Obstbauern? 2018, http://bit.ly/35c4A4A. transgen.de, Gene Drive, o. D., http://bit.ly/35c4A4A. – **S. 43:** ISAAA Brief 54-2018, Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change, 2018, http://bit.ly/349mjs5. transgen.de, Bt-Pflanzen: Resistenzen lassen sich verzögern, aber nicht ausschließen, o. D., http://bit.ly/35dDgD9. Bruce Tabashnik, Yves Carriere, Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability, 2017, http://bit.ly/2rGlcTs. Yutao Xiao, Kongming Wu, Recent progress on the interaction between insects and *Bacillus thuringiensis* crops, 2019, http://bit.ly/35k2zUg. EPPO Global Database, https://gd.eppo.int.

44–45 WELT OHNE INSEKTEN: WENN DIE TECHNIK HELFEN SOLL von Alexandra-Maria Klein

S. 44: Uma Partap, Tang Ya, The Human Pollinators of Fruit Crops in Maoxian County, Sichuan, China, 2012, http://bit.ly/35fqfJ8. – **S. 45 o.:** IPBES, The assessment report on pollinators, pollination and food production, ed. Simon G. Potts et al., 2017, S. XXXII, http://bit.ly/2qNvgda. – **S. 45 u.:** Anthony Van der Pluijm, Aleksandar Petrov, Apis, The Pollinator Drone, 2017, http://bit.ly/38xjOTK.

46–47 KULTURGESCHICHTE: URALTE SCHICKSALSGEMEINSCHAFT von Heiko Werning

S. 46: Wikipedia, Bilateria, http://bit.ly/38EDcP0. – **S. 47 o.:** Wikipedia, Zehn Plagen, http://bit.ly/2qFmNse. – **S. 47 u.:** spektrum.de, Ausbreitung, o. D., http://bit.ly/2EbtS6Z. archiv nationalatlas.de, Ausbreitung des Kartoffelkäfers, 1925–1960, http://bit.ly/2rF2YSI. Wikipedia, Kartoffelkäfer, http://bit.ly/2rF2YSI.

HEINRICH-BÖLL-STIFTUNG

Demokratie und Menschenrechte durchsetzen, gegen die Zerstörung unseres globalen Ökosystems angehen, patriarchale Herrschaftsstrukturen überwinden, die Freiheit des Individuums gegen staatliche und wirtschaftliche Übermacht verteidigen – diese Ziele bestimmen das Handeln der grünnahen Heinrich-Böll-Stiftung.

Mit derzeit 32 Auslandsbüros verfügt sie über ein weltweites Netz für ihr Engagement. Sie arbeitet mit ihren Landesstiftungen in allen deutschen Bundesländern zusammen, fördert gesellschaftspolitisch engagierte Studierende und Graduierte im In- und Ausland und erleichtert die soziale und politische Teilhabe von Immigrantinnen und Immigranten.

Ein besonderes Anliegen ist ihr die Verwirklichung einer demokratischen Einwanderungsgesellschaft sowie einer Geschlechterdemokratie als eines von Abhängigkeit und Dominanz freien Verhältnisses der Geschlechter. Darüber hinaus fördert die Stiftung Kunst und Kultur als Element ihrer politischen Bildungsarbeit und als Ausdrucksform gesellschaftlicher Selbstverständigung.

Heinrich-Böll-Stiftung
Schumannstr. 8, 10117 Berlin, www.boell.de



BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) ist ein unabhängiger und gemeinnütziger Verband, der auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene arbeitet. Der BUND setzt sich für den Schutz der Natur und Umwelt ein – damit die Erde für alle, die auf ihr leben, bewohnbar bleibt.

Wir engagieren uns für eine bäuerlich-ökologische Landwirtschaft, gesunde Lebensmittel, für den Schutz des Klimas, der Wälder und des Wassers, für den Ausbau regenerativer Energien und für bedrohte Arten. Wir fordern den zügigen Umbau der Nutztierhaltung sowie eine Agrarwende hin zu einer umwelt- und klimafreundlichen Landwirtschaft. Der BUND ist mit über 626.000 Mitgliedern und Unterstützer*innen einer der größten Umweltverbände Deutschlands. Wir verstehen uns als treibende gesellschaftliche Kraft für ökologische Erneuerung mit sozialer Gerechtigkeit. Mit 16 Landesverbänden und über 2.000 lokalen Gruppen ist der BUND im ganzen Land aktiv und erreichbar. Der BUND ist Mitglied des internationalen Netzwerks Friends of the Earth International (FoEI) und hat Partnerorganisationen in rund 70 Ländern.

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)
Kaiserin-Augusta-Allee 5, 10553 Berlin, www.bund.net



LE MONDE DIPLOMATIQUE

Le Monde diplomatique (LMd) ist eine internationale Monatszeitung, deren deutsche Ausgabe unter dem Dach der taz produziert wird. LMd berichtet aus aller Welt, wird von Leuten in aller Welt gemacht und auch in aller Welt gelesen.

Von ihren weltweit 1,5 Millionen Leser*innen haben viele die Zeitung auf Arabisch vor Augen, andere lesen sie auf Japanisch, Polnisch, Portugiesisch oder Farsi. Denn LMd ist längst zu einem internationalen Netzwerk geworden, mit 25 Print- und 4 Onlineausgaben in 18 Sprachen. In einer Zeit, in der die Nachrichtenvermittlung immer oberflächlicher wird, ist eine Zeitung wie LMd unverzichtbar. Sie erklärt die Ursachen aktueller Konflikte und erkennt entscheidende künftige Entwicklungen. So hat LMd früher als andere die neokoloniale Ausbeutung des Globalen Südens beschrieben, vor der Kettenreaktion der Finanzkrise gewarnt und über das zerstörerische Fracking oder die fatale Biospritlüge berichtet. Le Monde diplomatique veröffentlicht außer der Monatszeitung seit 2003 auch den Atlas der Globalisierung und die thematische Heftreihe Edition LMd.

Le Monde diplomatique, deutsche Ausgabe
Friedrichstr. 21, 10969 Berlin, www.monde-diplomatique.de,
www.atlas-der-globalisierung.de





DER PODCAST ZUM INSEKTENATLAS

Was sind eigentlich Insekten und warum sind sie für unsere Landwirtschaft so wichtig? Was sind die Ursachen für das Insektensterben und wie kann es gestoppt werden?

Um diese Fragen wird es in der ersten Folge unseres dreiteiligen Böll.Spezials zum Insektenatlas gehen. Diesen und weitere Podcasts der Heinrich-Böll-Stiftung könnt ihr auf unserer Webseite, bei Soundcloud, Spotify, iTunes oder in der Podcast-App eurer Wahl abonnieren.

Scanne den QR-Code, um den Podcast zum Insektenatlas zu hören, oder gib folgenden Link ein:
boell.de/insektenatlas-podcast



BISHER ERSCHIENEN





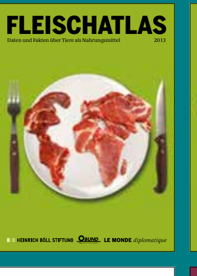








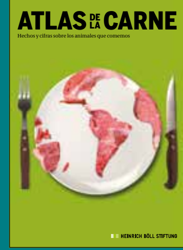


































































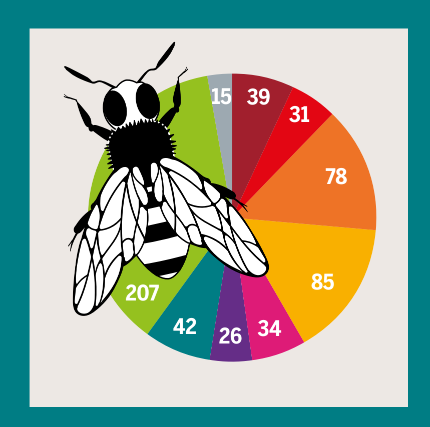


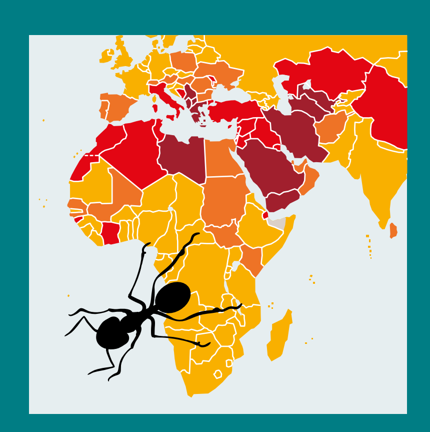


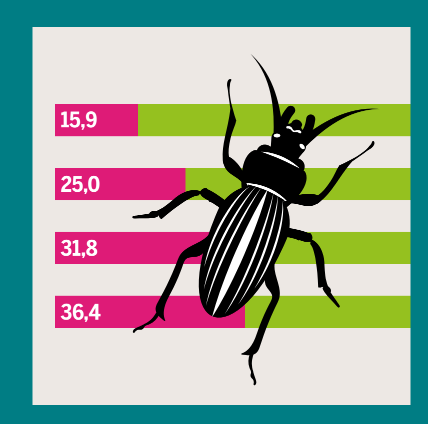












Viele Insekten erbringen wichtige Leistungen für die Landwirtschaft.
Eine Hummel kann bis zu 3.800 Blüten pro Tag bestäuben.
aus: SECHS BEINE SOLLT IHR SEIN, Seite 10

Insekten verschwinden vor allem von Äckern,
Feldern und intensiv genutzten Wiesen.
aus: EINE KRISE OHNE ZAHL, Seite 14

In Brasilien, einem der insektenreichsten Länder der Welt,
beeinträchtigt die Sojaproduktion die Hotspots der Biodiversität.
aus: VON TIERFUTTER UND VIEHWEIDEN, Seite 20

In Europa ist es vielen Insektenarten nicht möglich,
mit dem Klimawandel nach Norden abzuwandern.
aus: ZEIT FÜR NEUE PLAGEN, Seite 22